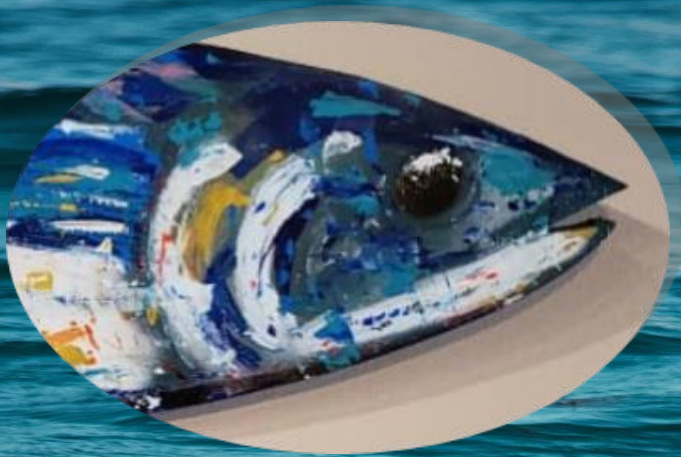




# EL VIGIA

Órgano informativo del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún  
y de Protección de Delfin



AÑO 29 NÚM. 52

NOVIEMBRE 2022



## DIRECTORIO

### Administrador de FIDEMAR - PNAAPD

Armando Díaz Guzmán  
[adiaz@cicese.mx](mailto:adiaz@cicese.mx)

### Jefe del Sub-Programa de Investigación Científica

Michel Jules Dreyfus León  
[dreyfus@cicese.mx](mailto:dreyfus@cicese.mx)

### Coordinador Editorial

Martha E. Betancourt Aguirre  
[elvigia.fidemar@gmail.com](mailto:elvigia.fidemar@gmail.com)

### Comité Editorial

Michel Jules Dreyfus León  
 Humberto Robles Ruíz  
 Héctor Pérez

### Asesores y Colaboradores

Marina Eva Hernández González

### Distribución

Gloria Rodríguez Zepeda

## CONTENIDO

ISC: COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL PARA EL ATUN Y ESPECIES AFINES AL ATUN EN EL OCEANO PACIFICO.....1

PESQUERÍA ARTESANAL DE ELASMOBRANQUIOS EN LA ZONA DE LA PESCA, SOTO LA MARINA, TAMAULIPAS.....3

CAPTURA INCIDENTAL DEL MARILIN AZUL POR LA FLOTA PALANGRERA EN OCEANO PACIFICO ORIENTAL .....6

DEPREDACIÓN OPORTUNISTA DE LA BALLENA PILOTO DE ALETAS CORTAS (*GLOBICEPHALA MACRORHYNCHUS*) CON EL TIBURÓN AZUL (*PIONACE GLAUCA*) EN AGUAS MEXICANAS.....13

CAPTURA DE LA FLOTA PALABRERA MEXICANA EN EL GOLFO DE MEXICO DURANTE 2021.....15

ACUERDO MEXICO-FRANCIA EN RELACION A CLIPPERTON.....19

TESIS REALIZADA: EFECTOS AMBIENTALES Y ESPACIOTEMORALES DE LAS CAPTURAS POR LANCE DE LA PESQUERIA CERQUERA MEXICAN DE ATUN EN EL AREA DE LA ISLA CLIPPERTON.....20

EFECTOS POTENCIALES DE LOS REMOLINOS ANTICICLÓNICOS OCEÁNICOS EN EL COMPORTAMIENTO DE DEPREDADORES PELÁGICOS.....25

## EDITORIAL

En este número de El VIGÍA les presentamos artículos con la información más reciente sobre temas del atún y otras especies, así como otros artículos de interés. Los artículos publicados en la revista son entera responsabilidad de los autores.

Como siempre, esperamos que la información aquí presentada les sea útil y quedamos en espera de comentarios y sugerencias en la dirección: [elvigia.fidemar@gmail.com](mailto:elvigia.fidemar@gmail.com) . Hasta la próxima.☺

Para mayor información, visiten:

FIDEMAR:<http://fidemar.org/>

PNAAPD:<https://www.fidemar.org/pnaadp>

El VIGÍA:<https://www.fidemar.org/revista-el-vigia>



Pintura de Atún, técnica acrílica.

Artista: Alexis Martínez Serrano

Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de la revista por cualquier medio sin el consentimiento por escrito del Fideicomiso FIDEMAR.



## ISC: Comité científico internacional para el atún y especies afines al atún en el Océano Pacífico

Martha Betancourt y Michel Dreyfus  
FIDEMAR y PNAAPD

El ISC o por sus siglas traducidas del inglés el Comité científico internacional para el atún y especies afines al atún en el Océano Pacífico Norte fue establecido en 1995 con el propósito de mejorar la investigación científica y cooperación para la conservación y uso racional de la pesca del atún y especies afines del Océano Pacífico Norte, y establecer las bases científicas para la conservación y utilización racional de estas especies.



El ISC se compone de dos grupos principales: El Comité y los grupos de trabajo (“Working groups, WG”). El comité se compone por miembros de estados costeros y entidades pesqueras de la región, así como entidades pesqueras con embarcaciones que pescan atún y especies afines al atún en la región, miembros sin derecho a voto de organizaciones intergubernamentales de pesca y ciencias marinas relevantes las cuales sean reconocidas por todos los miembros.



Las funciones del comité son evaluar y analizar regularmente la pesca y otra información relevante sobre las especies involucradas; preparar informes de sus hallazgos o conclusiones sobre el estado de las especies cubiertas, básicamente atunes, picudos y tiburones, incluyendo las tendencias en la abundancia de la población, evaluación de las pesquerías y las necesidades de conservación. Promueve la cooperación en investigación y la colaboración entre los miembros mediante el desarrollo de propuestas para llevar a cabo y, en la medida posible, coordinar programas internacionales y nacionales que aborden a las especies de atún y afines del atún. Utiliza las mejores técnicas científicas, teniendo en cuenta el trabajo y hallazgos de otras organizaciones relevantes en la ejecución de sus funciones. Todas estas reuniones de trabajo se llevan a cabo en inglés.

Los grupos de trabajo se establecieron en 1996 por el ISC. En este año se establecieron tres grupos de trabajo sobre especies (Grupo de trabajo sobre atún patudo, Grupo de trabajo sobre atún aleta azul del Pacífico y Grupo de trabajo sobre pez espada) y un Grupo de trabajo estadístico. En 1999 se creó un cuarto grupo de

trabajo sobre especies afines, el grupo de trabajo del Marlin. En 2004, se disolvió el grupo de trabajo sobre atún patudo y se creó un grupo de trabajo sobre captura incidental. En 2005, el taller sobre el atún albacora del Pacífico norte se fusionó con el ISC. En 2007, el Grupo de trabajo sobre pez espada y el Grupo de trabajo sobre marlin se fusionaron en un Grupo de trabajo sobre marlines. En 2010, se disolvió el Grupo de trabajo sobre captura incidental y se estableció un Grupo de trabajo sobre tiburones.



Estos grupos de trabajo son importantes, ya que son órganos subsidiarios del Comité e informan al Comité. Cada uno proporciona un foro para la cooperación/colaboración en la investigación por parte de miembros científicos y miembros sin derecho a voto, así como para la consideración enfocada de asuntos técnicos asignados por el Comité. El enfoque principal de los grupos de trabajo de especies es comprender la dinámica y la ecología de las poblaciones de atunes y especies afines, para evaluar con precisión la condición y el estado de las poblaciones. El grupo de estadística se centra en recopilar, intercambiar y archivar los datos pesqueros, biológicos necesarios para la evaluación de las poblaciones y el seguimiento del desarrollo de la pesca, estadísticas y captura incidental. El trabajo de

estos grupos de trabajo está guiado por planes de trabajo plurianuales y demandas del Comité.

Es importante comentar que este grupo no tiene financiamiento directo de los miembros. Funciona a partir de la cooperación de los miembros que envían a sus científicos a las distintas reuniones y el apoyo de algunos miembros al organizar y ser sede de diversas reuniones. Especialmente Estados Unidos y Japón, quienes formalizaron al ISC, son los que aportan personal de apoyo.

El ISC, se ha convertido en un apoyo importante en la evaluación de estos recursos, dando la asesoría de conservación a órganos del Pacífico Occidental y Central (La organización atunera de esa región) y a su vez, aunque sea indirectamente a la propia CIAT, ya que investigadores del personal científico participan en diversas evaluaciones que realiza el ISC. Ejemplos más relevantes, las evaluaciones de atunes albacora y atún aleta azul.



Información y fotografías obtenidas del sitio ISC:

<https://isc.fra.go.jp/index.html>

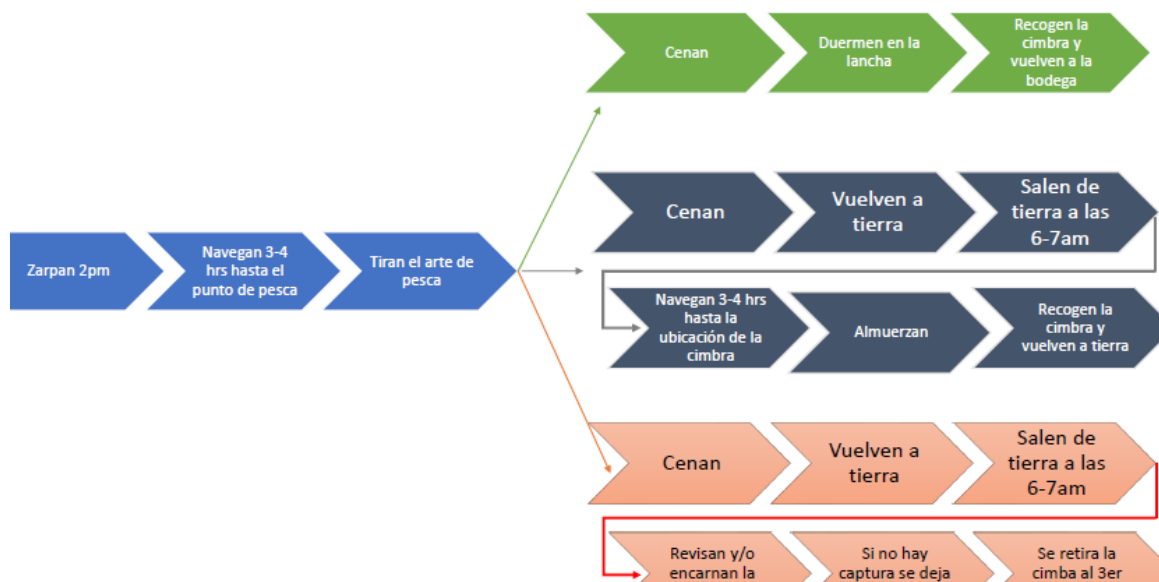
## PESQUERÍA ARTESANAL DE ELASMOBRANQUIOS EN LA ZONA DE LA PESCA, SOTO LA MARINA, TAMAULIPAS.

María Teresa Carreón-Zapiain, Edilia López-García, Ana Karen Santos-Barrera y Samantha Alejandra Leal-Torres

*Laboratorio de Ictiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.*

Una de las problemáticas principales de la pesquería de elasmobranquios en el Golfo de México, específicamente en el estado de Tamaulipas, es la falta de información científica publicada y datos estadísticos disponibles, lo que dificulta el cálculo de rendimientos máximos, unidades de esfuerzo óptimo y tamaños efectivos poblacionales con el uso de modelos tradicionales, limitando la posibilidad de un efectivo Ordenamiento Pesquero (Salomón-Aguilar, 2012). Si bien en las Cartas Nacionales Pesqueras y en los Anuarios Estadísticos de Acuicultura y Pesca hay algunos datos sobre la pesquería ribereña de tiburones y rayas, existen considerables vacíos de información o datos que requieren ser actualizados. Incluso en el recién publicado Plan de Manejo Pesquero para

tiburones y rayas del Golfo de México y Mar Caribe, los datos mencionados relativos al estado de Tamaulipas son limitados. Lo anterior puede derivar en que se generen políticas públicas para el Golfo de México sin considerar las particularidades que la pesquería de elasmobranquios pueda tener en dicho estado. En este estudio se aplicaron encuestas semidirigidas de preguntas abiertas a 15 pescadores para conocer las prácticas pesqueras de la flota artesanal que captura tiburones y rayas en la zona de La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas. Los encuestados capturan elasmobranquios de forma dirigida, más no exclusiva; es decir, dependiendo de la temporada y la abundancia de cada especie dirigen sus



**Figura 1.** Variantes en la faena de pesca de los pescadores de la flota artesanal de La Pesca, Soto La Marina, Tamaulipas, que capturan tiburones y rayas.

esfuerzos hacia uno u otro recurso. Estas encuestas nos permitieron conocer la faena de pesca, tamaño del esfuerzo, tamaño aproximado de la flota y especies de captura para poder comparar esta información con la publicada en los documentos antes mencionados.

Como parte de los resultados encontramos que los pescadores de La Pesca, Soto La Marina, aprovechan en total 15 especies de elasmobranchios: 4 especies de rayas y 11 de tiburones. Se registró, además, la captura de dos especies de tiburones que no son reportadas dentro de las Cartas Nacionales Pesqueras: *Galeocerdo cuvier* (tiburón tigre) e *Isurus oxyrinchus* (tiburón mako de aletas cortas). Sin embargo, al no contar con información estadística de las capturas por especie, no puede estimarse la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) o algún otro parámetro que indique la abundancia de estas especies dentro de la pesquería ribereña. Además de lo anterior, los pescadores mencionan que la temporada de captura de tiburón y cazón va de marzo a septiembre (exceptuando del 01 de mayo al 31 de julio, es decir mientras se encuentran vigentes las vedas de tiburones y rayas, respectivamente), sus zonas de captura van de los 0 a los 80km desde la costa, donde la profundidad tiene un rango de 0 a 1,500km, de los cuales sus artes de pesca cubren de 100 a 200m. Además, de marzo a mayo han observado juveniles y hembras preñadas de 8 especies distintas en zonas de arrecifes y rocas, lo que pudiese implicar una importancia ecológica de la zona como áreas de crianza. Las artes de pesca utilizadas son la red de enmalle, palangre de deriva (cimbra) y el palangre de fondo; en estos últimos dos suelen utilizar de 200 a 800 anzuelos de tres tipos distintos. La faena de pesca se describe de forma gráfica en la figura no. 1.



"Sandra Hernández/Pronatura Noreste A.C."

**Imagen 1.** Foro abierto con estudiantes, pescadores y comerciantes de pescado, dirigido por el colectivo Universidad Autónoma de Nuevo León, Pronatura Noreste A.C. y Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas Bicentenario.

Con el objetivo de ser retroalimentados por los pescadores, se llevó a cabo un taller presencial con integrantes de su comunidad y estudiantes técnicos superiores universitarios de La Pesca, Tamaulipas, donde se les compartió los resultados preliminares del trabajo y se aplicó una encuesta de tipo likert para conocer su percepción sobre la comunidad académica y su disposición a que continuemos realizando estudios en esa zona. Del total de los encuestados, el 12% mencionó que sienten indiferencia sobre ayudar a universidades e instituciones a generar información sobre la pesquería de tiburones y rayas, 8% de las personas respondieron que no consideran poder aportar información vital para hacer más reales y eficientes los resultados de este y otros análisis. El 100% de los encuestados mencionaron que los resultados preliminares del estudio son útiles y está de acuerdo en que la información de cada especie es diferente dependiendo de la región donde éstas se encuentren. Además, mediante un foro abierto escuchamos las inquietudes de los asistentes, entre los que no sólo había pescadores



y estudiantes sino también esposas de los pescadores que suelen encargarse de la venta del producto.



"Sandra Hernández/Pronatura Noreste A.C."

**Imagen 2.** Estudiantes, pescadores y comerciantes de pescado respondiendo la encuesta Likert.

En dicho foro, se mencionó la importancia de que los investigadores realicen estudios más detallados y de mayor tiempo de duración para que la obtención de los datos sea fidedigna; por otro lado, surgieron inquietudes e iniciativas para darle al recurso tiburón mayor valor de producto aprovechando partes del organismo que actualmente son descartadas, como las mandíbulas, la piel y el aceite del hígado.

Con base en los resultados de la encuesta Likert y de lo escuchado durante el foro, concluimos que la comunidad que participó del taller se encuentra sensibilizada y abierta a la premisa de que con base en la información biológica, social y económica que haya disponible sobre estos organismos, las autoridades y tomadores de decisiones podrán establecer políticas públicas más apegadas a la realidad de la pesquería

ribereña de elasmobranchios en el estado de Tamaulipas, lo cual será de provecho y beneficio no sólo para los pescadores, sino también para estos organismos, vislumbrando de esta manera, perspectivas que nos lleven a generar formas más sustentables de aprovechar a estos recursos asegurando su permanencia en nuestros litorales para bienestar y equilibrio ecosistémico y económico.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras de este trabajo agradecen a Pronatura Noreste A.C., Ecoave A.C., la Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas y todo el personal y estudiantes del Laboratorio de Ictiología (FCB-UANL) sin cuyo apoyo hubiese sido imposible la realización de este trabajo; también agradecemos al Programa de Apoyo a la Investigación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Nuevo León el cual a través del proyecto número 603-CN-2022 nos aportó el apoyo económico necesario para desarrollar este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

Carta Nacional Pesquera:

<https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/carta-nacional-pesquera-51204>

Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca:

<https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>

Plan de Manejo Pesquero para tiburones y rayas del Golfo de México y Mar Caribe Mexicano:

<https://www.gob.mx/inapesca/documentos/pmp-para-tiburones-y-rayas-del-golfo-de-mexico>

## CAPTURA INCIDENTAL DEL MARLIN AZUL POR LA FLOTA PALANGRERA EN OCEANO PACIFICO ORIENTAL

Sofía Ortega-García & Christopher Bañuelos-Sánchez

Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

Rápido, fuerte y temerario, considerado como uno de los tesoros más codiciados en la pesca deportiva, así es el marlin azul, cuyo nombre científico es *Makaira nigricans* (figura 1). Esta especie pertenece a la familia Istiophoridae, que tienen como característica principal el poseer la mandíbula superior alargada en forma de pico, por ello son conocidos como “peces de pico” o “picudos”. Es de cuerpo corpulento y al igual que las otras especies de peces de pico, las hembras suelen ser más grandes que los machos. El peso promedio va de 126 kg a 181 kg con una longitud maxilo-furcal (que se mide de la mandíbula inferior a la bifurcación de la cola LMF [figura 1]) de 200 a 300 cm. El macho más grande registrado en la literatura científica pesa 170.3 kg, 263.1 cm LMF, mientras que la hembra más grande pesa 748.0 kg, 445.8 cm LMF. El dimorfismo sexual se exhibe en el peso: las hembras suelen ser más pesadas que los machos, esta característica comienza a los 140 cm LMF

cuando las hembras comienzan a crecer a un ritmo más rápido que los machos. Las hembras suelen crecer hasta al menos 540 kg, mientras que los machos rara vez superan los 160 kg.

Es un organismo que habita primordialmente las regiones tropicales y sub-tropicales de los océanos en todo el mundo. Aunque diversos estudios han demostrado que es una especie altamente migratoria y que exhibe movimientos transoceánicos, presentan afinidad por los márgenes continentales y por montañas submarinas, lo que incrementa su accesibilidad a los pescadores deportivos.

Diversos estudios señalan que la temperatura es la variable ambiental que delimita su distribución tanto horizontal como vertical. Prefiere aguas cálidas y pasa la mayor parte del tiempo en aguas superficiales, aunque puede sumergirse a aguas profundas y soportar bajas temperaturas [7 °C] por periodos de tiempo cortos.

### Longitud maxilo-furcal (LMF)

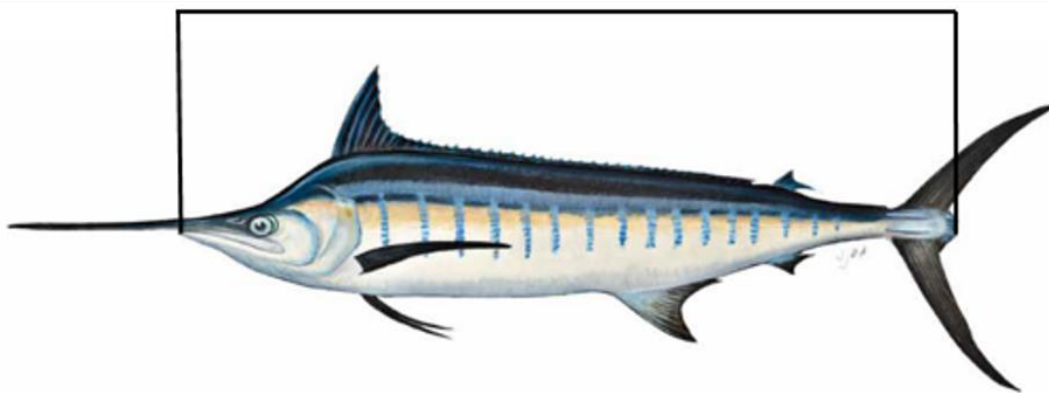


Figura 1. Marlin azul (*Makaira nigricans*)



Se le considera un depredador tope, se alimenta de una gran variedad de peces y de calamar gigante (figura 2). Presentan cierto grado de

canibalismo, ya que se han encontrado pequeños marlines dentro de estómagos de ejemplares más grandes.

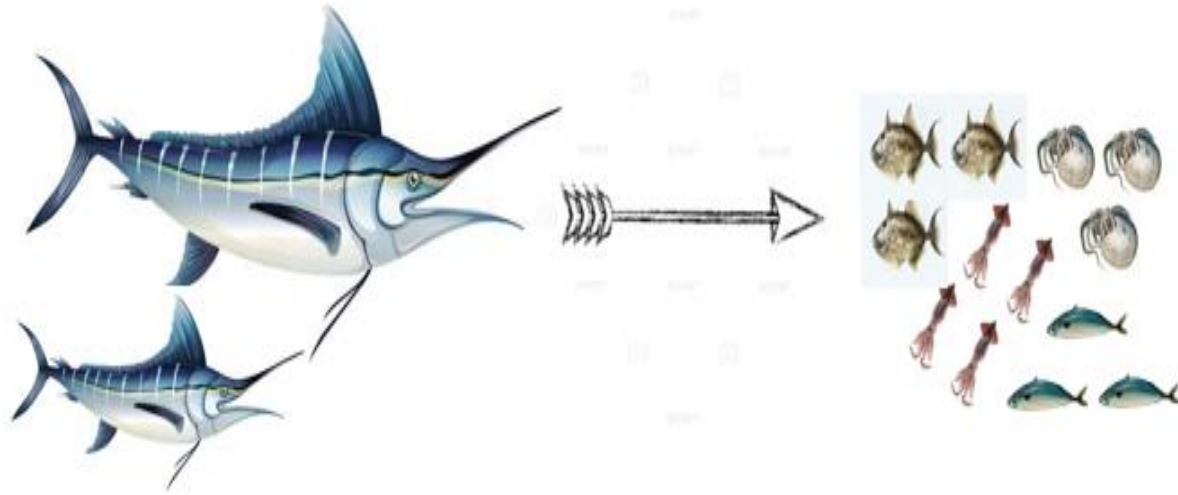


Figura 2. A través del análisis de contenido estomacal, se ha determinado que las principales presas del marlin azul en el Océano Pacífico Oriental son: la malvera (*auxis spp*), la macarela (*Scomber japonicus*), el calamar gigante (*Dosidicus gigas*), argonauta (*Argonauta spp*) y el cochito (*Balistes polylepis*).

En el noroeste de México, la mayoría de los ejemplares capturados son hembras sexualmente inmaduras, ya que las zonas de reproducción solo se han observado en el Pacífico occidental. Esta especie es muy valiosa en lugares donde la pesca deportiva-recreativa es una actividad importante, pero también se captura en pesquerías artesanales de algunos países, e incidentalmente por flotas que emplean como arte de pesca el palangre (cuyo principal objetivo es la pesca de túnidos y de pez espada) y el cerco (que tiene como objetivo el atún aleta amarilla, barrilete y patudo). Particularmente, el palangre pelágico consiste en una cuerda larga conocida como “Línea madre” fijada por líneas llamadas “orinques” que conectan la línea madre con

flotadores, comúnmente boyas que permiten a la estructura mantenerse a flote. De la línea madre sobresalen líneas secundarias conocidas como “Reinales” (figura 3) las cuales contienen los anzuelos en los que van ensartado la carnada (la mayoría utiliza otros peces pelágicos y calamar). Así, cuando se “remoja” la línea (se pone a operar en el agua), es el olor de la carne lo que atrae a los marlines, los cuales tragan la carnada con todo y anzuelo, quedando de esta manera ensartado en el palangre. Dependiendo del tipo de embarcación, en la operación de pesca se pueden utilizar desde cientos hasta miles de anzuelos por línea, cubriendo decenas de kilómetros.

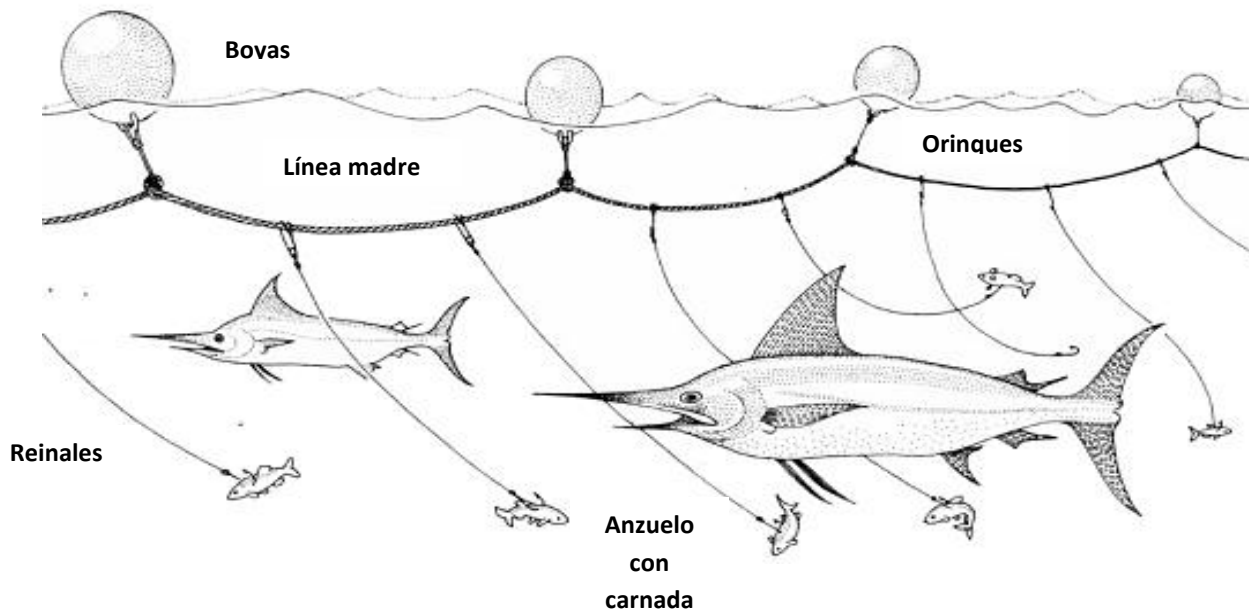


Figura 3. Componentes de un palangre pelágico

Analizando la información de captura y esfuerzo de las embarcaciones palangreras comerciales que operaron en el Océano Pacífico Oriental en periodo 2003-2020 y que esta disponible en la página web de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, se puede observar que la tendencia en las capturas fue muy similar a la del

esfuerzo de pesca aplicado [número de anzuelos] (figura 4). La captura total anual máxima se registró en 2018 con 54,104 organismos y la mínima en 2008 con solo 11,897. La captura promedio fue de 35,650 organismos anuales, la cual se obtuvo con un promedio de 142,908,715 anzuelos.

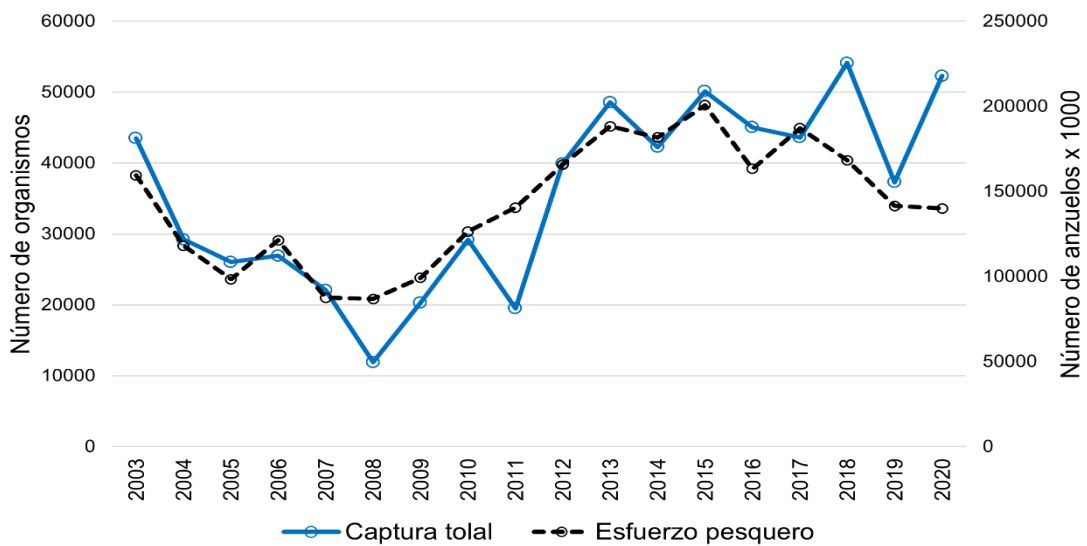


Figura 4. Capturas totales anuales de marlín azul (en número de organismos) y esfuerzo pesquero nominal (número de anzuelos x 1000) aplicado por la flota comercial de palangre que opero en el Océano Pacífico Oriental durante 2003-2020.

Cuando el arte de pesca es el palangre, la captura por unidad de esfuerzo nominal (CPUE), se representa generalmente como el número de organismos capturados por 1000 anzuelos. La CPUE presentó una alta variabilidad a lo largo del periodo analizado (figura 5), con un promedio

mensual de 0.24 organismos/ 1000 anzuelos, un valor bajo pero similar a la CPUE registrada en el Pacífico occidental. Para un año promedio, los mayores valores de CPUE se registraron durante el tercer trimestre con 0.45 organismos/1000 anzuelos (tabla 1).

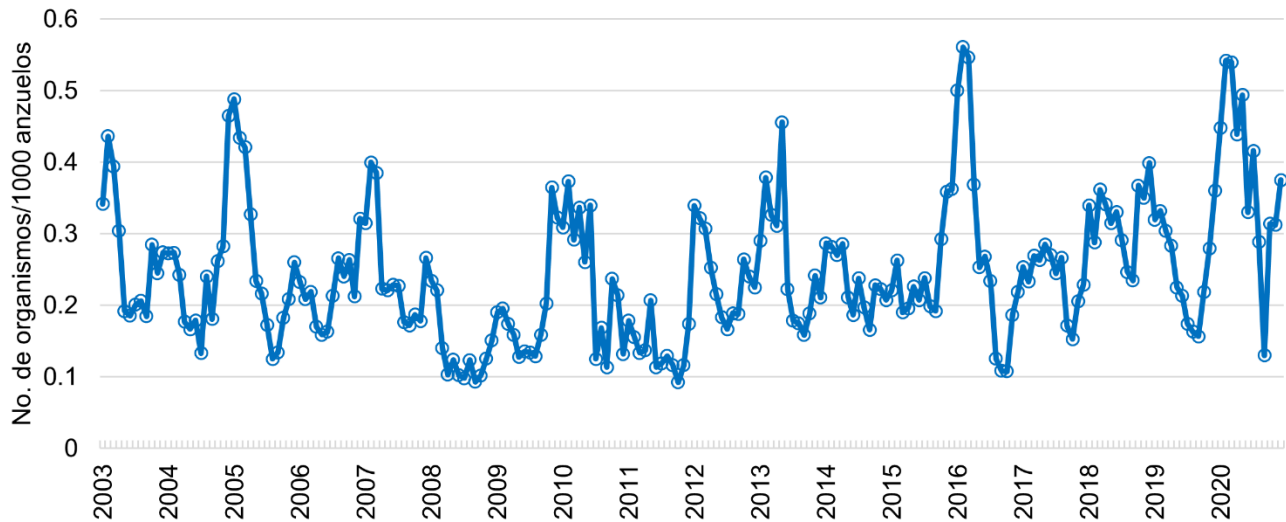


Figura 5. Variabilidad mensual de la captura por unidad de esfuerzo (No. de organismos/1000 anzuelos)

Tabla 1. Valores promedio, mínimo y máximo trimestral, de la captura por unidad de esfuerzo registrada en cuadrantes de 5x5° durante las operaciones de pesca de la flota palangrera que operó en el Océano Pacífico Oriental en el periodo 2003-2020.

|               | I      | II     | III    | IV     |
|---------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Media</b>  | 0.3969 | 0.3978 | 0.4599 | 0.4139 |
| <b>Mínimo</b> | 0.0033 | 0.0059 | 0.0045 | 0.0088 |
| <b>Máximo</b> | 3.3062 | 7.2916 | 9.4827 | 3.2953 |

Para un año promedio del periodo analizado (2003-2020), la captura promedio obtenida en cada cuadrante de 5x5°, el esfuerzo promedio aplicado, así como la captura por unidad de esfuerzo promedio obtenida se presentan en la figura 6, donde se puede observar que la mayoría de los cuadrantes con mayor esfuerzo se encuentran en aguas más oceánicas. En general las capturas altas se registraron en aguas más cálidas al igual que los cuadrantes con valores de CPUE más altos que predominaron entre los 5°S y los 20°N.



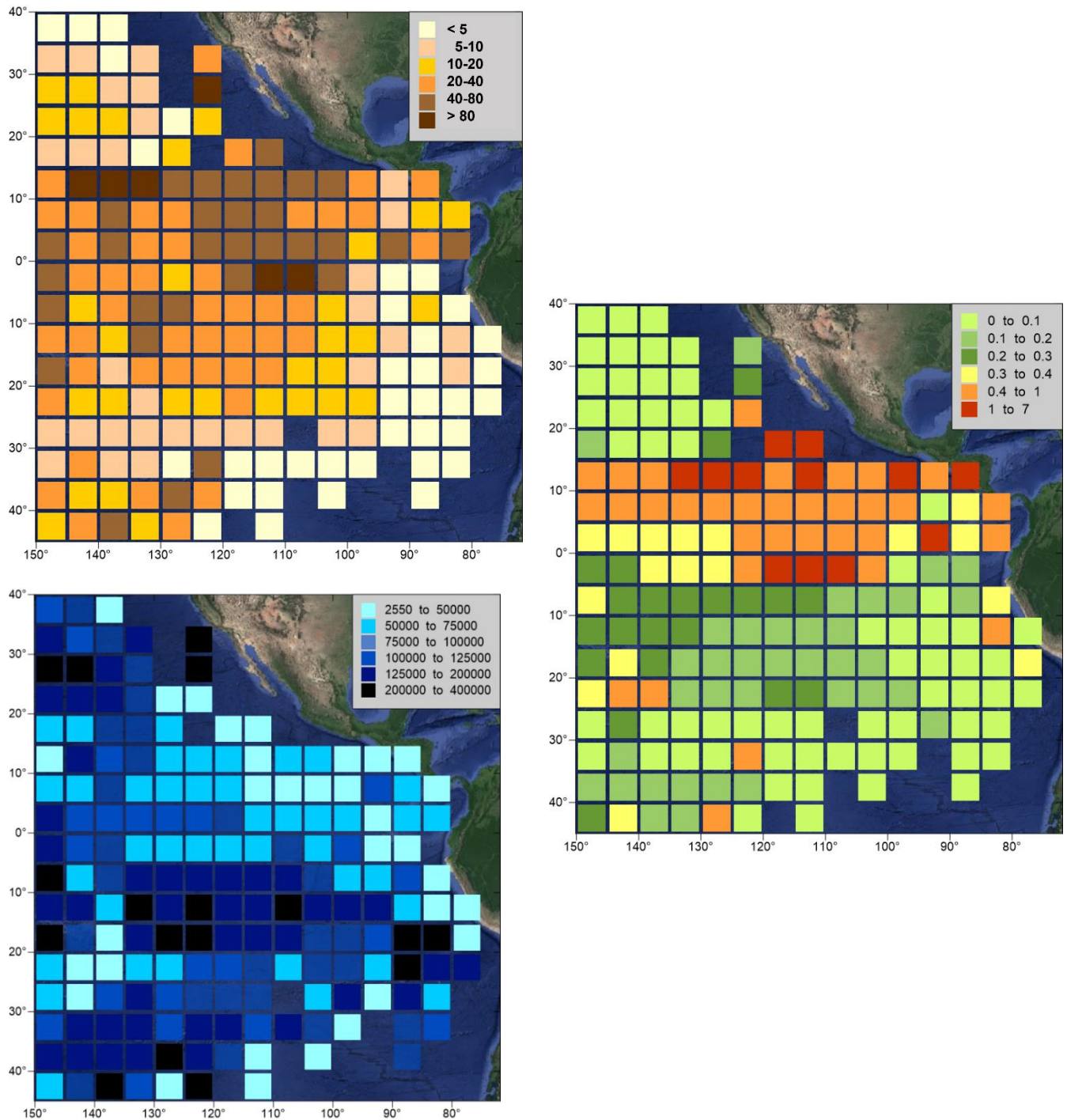


Figura 6. Captura (No. de organismos), esfuerzo (No. de anzuelos) y captura por unidad de esfuerzo nominal (No. de organismos/1000 anzuelos) promedio por cuadrante de 5x5° registrados por la flota palangrera en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo 2003-2017.

La mayor incidencia de las operaciones de esta flota (número de veces que se pescó en el cuadrante) se presentó entre los 10°N y 20°S al oeste de los 115° (figura 7)

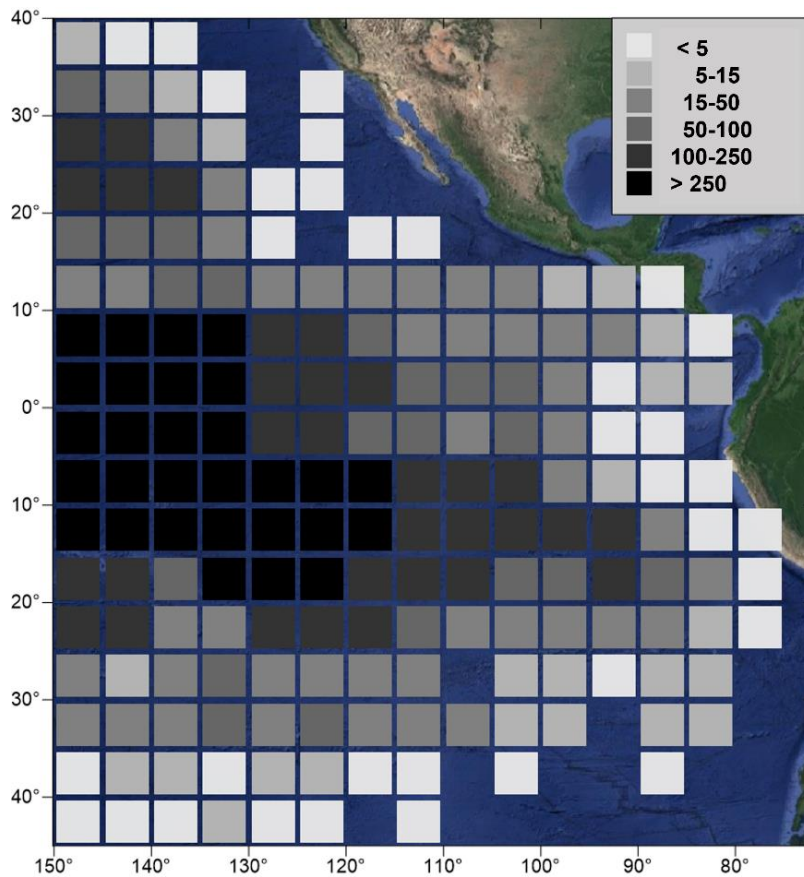


Figura 7. Número de veces en que la flota palangrera realizó alguna operación de pesca en cada cuadrante de 5x5°.

La distribución espacial por trimestre se presenta en la figura 8, donde se puede observar que, aunque existe una variabilidad trimestral, los cuadrantes con mayores valores de CPUE se mantienen en las aguas cálidas, lo que demuestra su preferencia por este tipo de hábitat.

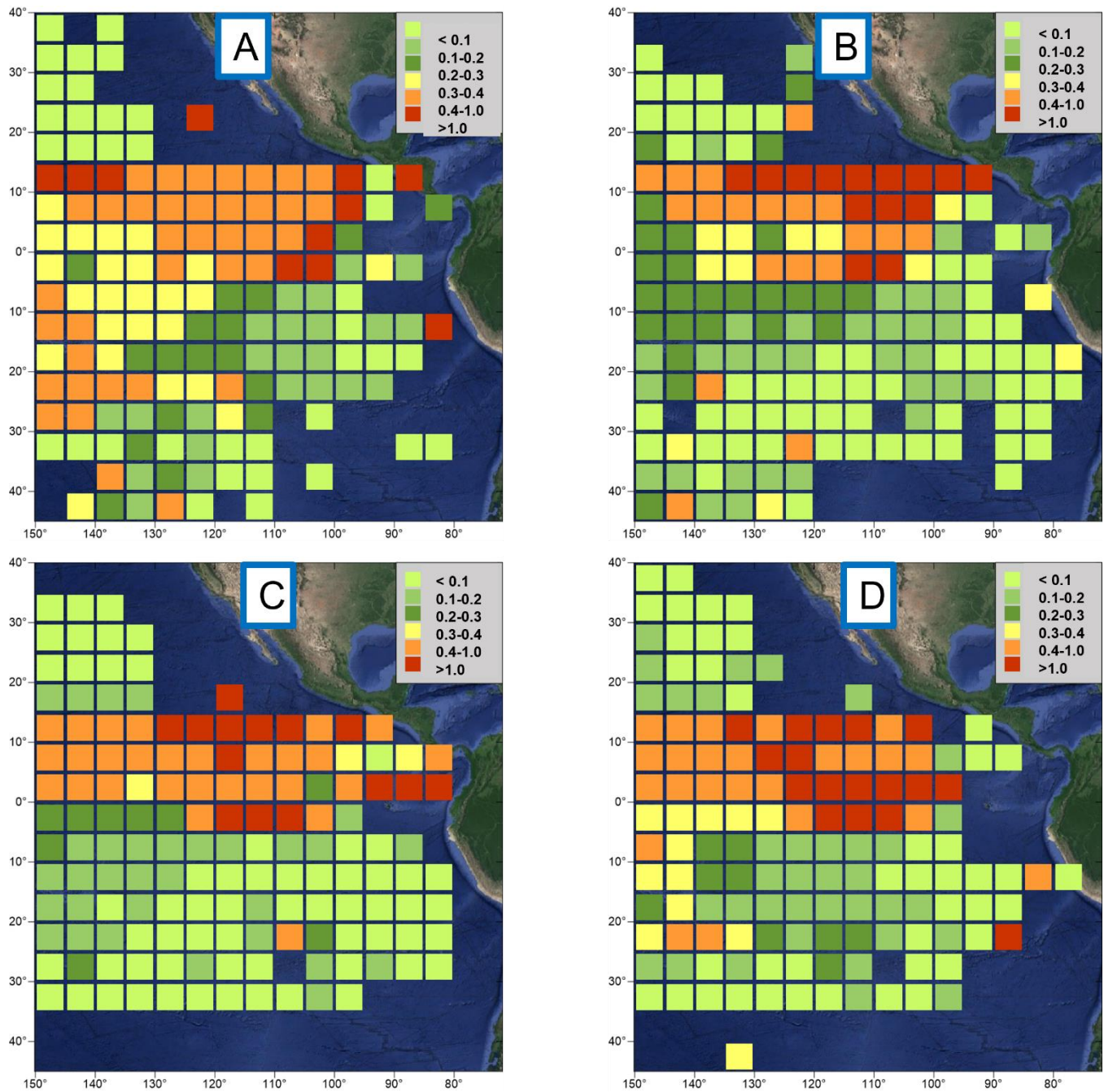


Figura 8. Distribución del No. de organismos/1000 anzuelos promedio trimestral en cuadrantes de 5x5° registrado por la flota palangrera en el Océano Pacífico Oriental para el periodo 2003-2020. A) ENERO-MARZO; B) ABRIL-JUNIO; C) JULIO-SEPTIEMBRE; D) OCTUBRE-DICIEMBRE.



## Depredación oportunista de la ballena piloto de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) con el tiburón azul (*Prionace glauca*) en aguas mexicanas.

Carlos Javier Godínez-Padilla<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> FIDEMAR. Ensenada, BC.

<sup>2</sup> Programa Regional de Mercado de Atunes de la CIAT. Mazatlán, Sin.

Cuando hablamos de los depredadores tope, nos enfocamos a los tiburones y los relacionamos en la cima de la cadena alimenticia. Sin embargo, existen más especies capaces de controlar la abundancia de otras con menores tallas a través de la depredación, la competencia por los recursos y otros mecanismos como el miedo, o simplemente por ser consumidores oportunistas. Por ejemplo, podemos mencionar que la ballena piloto de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) la cuál no tiene casos documentados de depredación natural, solo podría ser objetivo ocasional de orcas o grandes tiburones.

Dentro de las actividades como observador a bordo de las embarcaciones palangreras de mediana altura, se puede contemplar las posibles interacciones entre las especies capturadas y discutir las con la tripulación que tienen mayor experiencia en los temas. En esta ocasión durante un lance de pesca comercial en el barco "Agresor" de la flota con base en Ensenada, Baja California, se observó la presencia de una manada de ballenas piloto de aletas cortas (figura 1a). Posteriormente en la captura de pesca hubo tres tiburones azules (*Prionace glauca*) con mordidas para cercenar sus aletas pectorales (figura 1b, c), posiblemente ocasionadas por estas ballenas. El lance de pesca donde se presentó este avistamiento fue realizado el 12 de septiembre del 2009 con coordenadas 26° 34' N - 114° 07' W a temperatura superficial de mar de 25.8 °C, el cual se obtuvo poca captura. Esta

posición geográfica se encuentra a 56 km al oeste de Punta Abreojos, Baja California Sur, sobre el talud continental. Lo que corresponde a la ruta migratoria de las ballenas piloto de aletas cortas que aprovechan las fluctuaciones estacionales y anuales de temperatura y productividad generadas por las corrientes marinas a lo largo del talud continental hacia las regiones templadas y tropicales.

Estas ballenas al realizar sus migraciones por lo general se encuentran en manadas de 10 a 30 individuos dirigidas por una pariente anciana. Sus preferencias dietéticas y los hábitos de alimentación aún no se comprenden bien, pero se cree que consiste principalmente en calamares y ciertas especies de peces. Lo que coincide con la carnada (calamar y macarela) utilizada en los lances de pesca y pudo ser un estímulo para acercarse a los tiburones capturados. Aunado con su comportamiento socializador y lúdico en la superficie pudo ser el incentivo para efectuar la eficiente mordedura en el área específica del tiburón. Por lo tanto, se puede sugerir que efectivamente fueron las ballenas piloto de aletas cortas quienes realizaron las mordeduras en las aletas pectorales de los tiburones azules, generando el primer registro de la interacción de estas dos especies en México. Determinando como característica principal de la ballena para realizar la mordedura específicamente en el área de las aletas pectorales del tiburón a causa de diversión o aprendizaje.



Figura 1. Momento del avistamiento de (a) la manada de ballenas piloto de aletas cortas, (b) el primer tiburón azul identificado y seguido por los otros (c) dos tiburones levantados a bordo sin aletas pectorales.

## CAPTURA DE LA FLOTA PALANGRERA MEXICANA EN EL GOLFO DE MÉXICO DURANTE 2021.

Karina Ramírez López<sup>1</sup> y Armando T. Wakida Kusunoki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Av. Ejército mexicano 106, Col. Exhacienda Ylang Ylang, Boca del Río, Veracruz, México, C.P. 94298. Correo electrónico: [kramirez\\_inp@yahoo.com](mailto:kramirez_inp@yahoo.com)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Del Pescador Sn, Yucalpetén, 97320 Progreso, Yuc., Correo electrónico: [armandowakida@yahoo.com.mx](mailto:armandowakida@yahoo.com.mx)

El Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) a través de la Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Atlántico (DGAIPA) se encarga de la compilación de los informes de los observadores a bordo del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines (PNAAPD) de FIDEMAR con una cobertura del 100% de los viajes de pesca. En este informe se describe las capturas registradas, así como el esfuerzo aplicado por el Programa Nacional de Observadores (PNOB), de la flota palangrera mexicana en el Golfo de México.

La pesca de atún aleta amarilla o rabil (*Thunnus albacares*) en el Golfo de México se lleva a cabo por embarcaciones de mediana altura a través del palangre. Además de la especie objetivo, se capturan incidentalmente otras especies como: pez espada (*Xiphias gladius*), pez vela

(*Istiophorus albicans*), el atún aleta azul o atún rojo del Atlántico (*Thunnus thynnus*), marlines y especies afines (géneros *Makaira* y *Tetrapturus*), tiburones, entre otros.

En 2021 la flota palangrera mexicana llevo a cabo la pesca de atún aleta amarilla en el Golfo de México. En dicha actividad participaron 21 barcos en los que se realizaron 239 viajes (Figura 1) que efectuaron 2,745 lances en los que se calaron 1,444'875 anzuelos (Figura 2), acumulando un total de 5,317 días de pesca. En general, en el 2021, se realizó mayor esfuerzo en abril a comparación de años anteriores cuyo mayor esfuerzo en julio.

En general, el patrón de las capturas de atún aleta amarilla con respecto a los últimos cinco años, se observa que se ha presentado una reducción continua de 1,279 t en 2016 a 881 t en 2021.

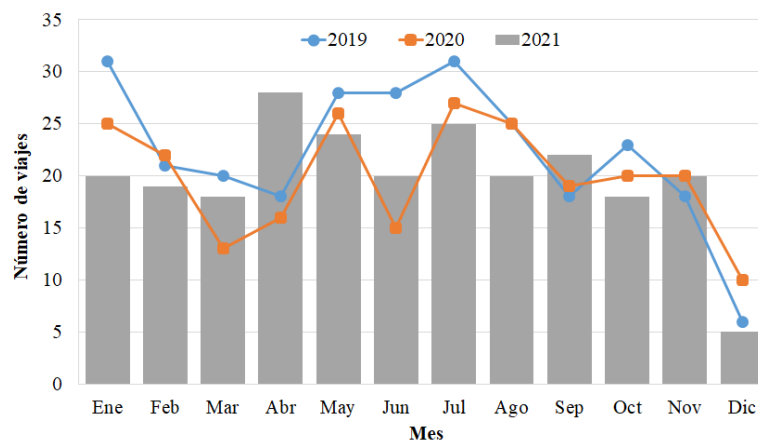


Figura 1. Número de viajes de pesca de la flota palangrera mexicana en el Golfo de México de 2019 a 2021.



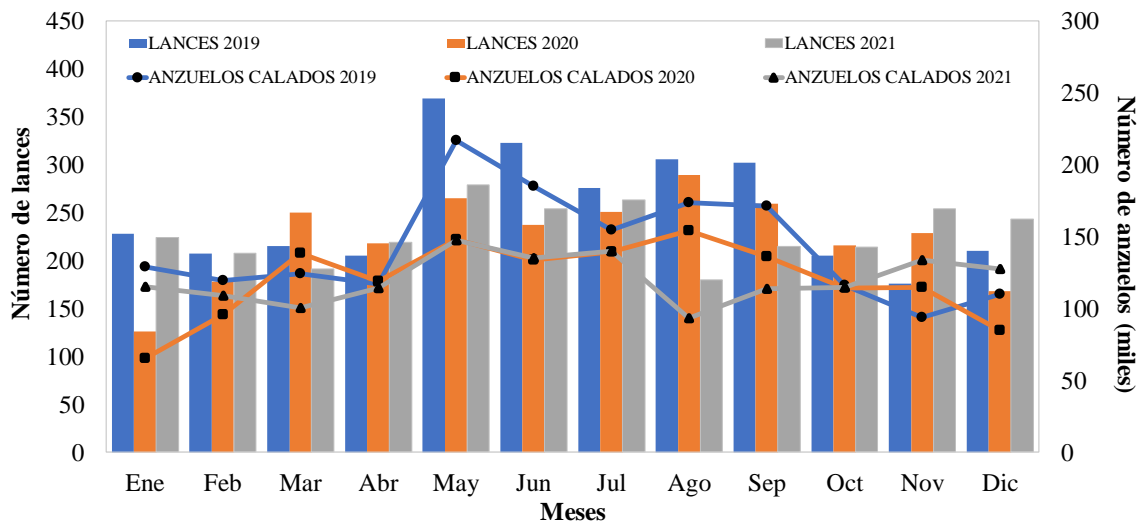


Figura 2. Número de lances y anzuelos realizados por la flota palangrera mexicana en el Golfo de México de 2019 a 2021.

En 2021 las capturas fueron de 1,103 t, de las cuales fueron descargadas en su totalidad en Tuxpan, Veracruz. De acuerdo a la composición de los grupos de especies, la especie que registró la mayor captura fue el atún aleta amarilla con 881 t (80%), para marlines y especies a fines (genero Makaira y Tetrapturus) fue de 57 t (5%), del atún aleta azul 63 t (6%), de pez vela fueron 24 t (2%), para otros atunes de 20 t (2%), de pez espada se registraron 25 t (2%), otros peces con 15 t (1%) y tiburones con 20 t (2%) (Figura 3).

Los valores porcentuales de los grupos han cambiado ligeramente entre los años analizados. Particularmente, se observa un incremento de captura de atún aleta azul de 28 t en 2020 a 60 t en 2021. Pero también del 2020 al 2021, el porcentaje de esta misma especie aumento el doble en su valor.

La captura mensual del atún aleta amarilla por mes en 2021 se presenta en la Figura 4, en la que se observa que durante todo el año se registraron

capturas, no obstante, durante los meses de mayo, junio y julio se presentaron los mayores registros. Dicho patrón cambió ligeramente con respecto al 2020 la mayor captura se presentó en agosto.

De un total de 20,492 organismos de atún aleta amarilla se presentó un intervalo de tallas entre 35 y 199 cm de Longitud Furcal (LF), con una media de 135 cm y una moda de 136 cm (Fig. 5), con la mayor presencia intervalo de tallas entre 130 y 150 cm LF.

Con respecto a 2020 el intervalo de tallas es ligeramente más amplio en 2020 (40 y 192 cm de LF), asimismo la media del 2020 fue inferior a la del 2021 (136 cm), a pesar que el valor de la moda del 2021 fue inferior a la del 2020.

Los registros de captura total obtenidos en el 2021 (1,103 t) nos muestran un valor mayor en comparación del 2020 (997 t), sin embargo, el esfuerzo pesquero aplicado se mantuvo casi similar

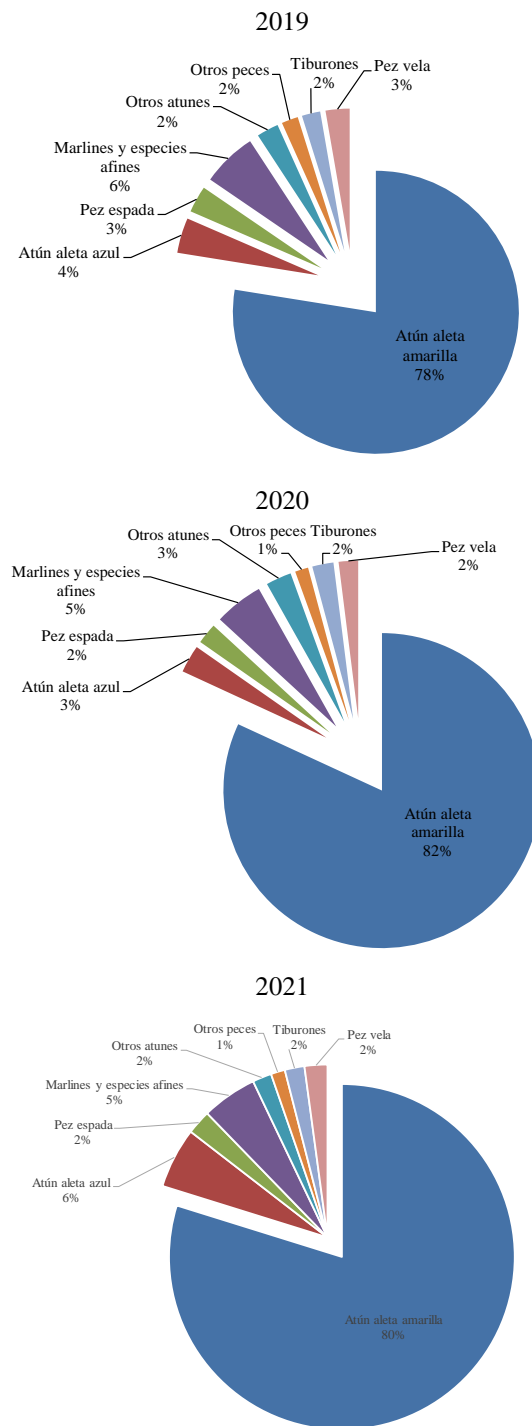


Figura 3.- Composición de la captura (%) de la flota palangrera mexicana en el Golfo de México de 2019 a 2021.

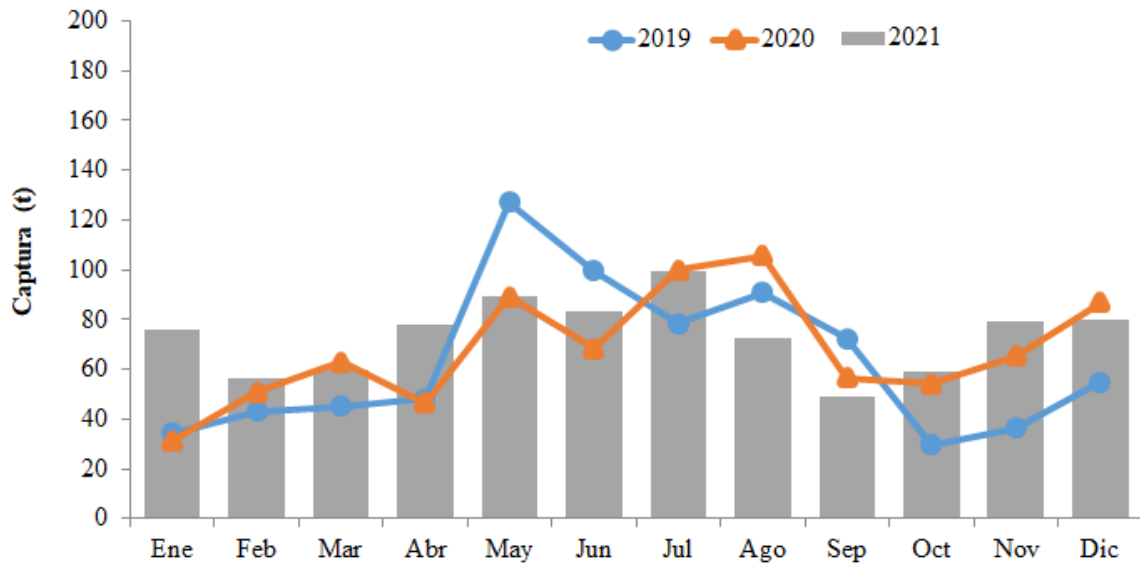


Figura 4. Captura (t) mensual de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) de 2019 a 2021.

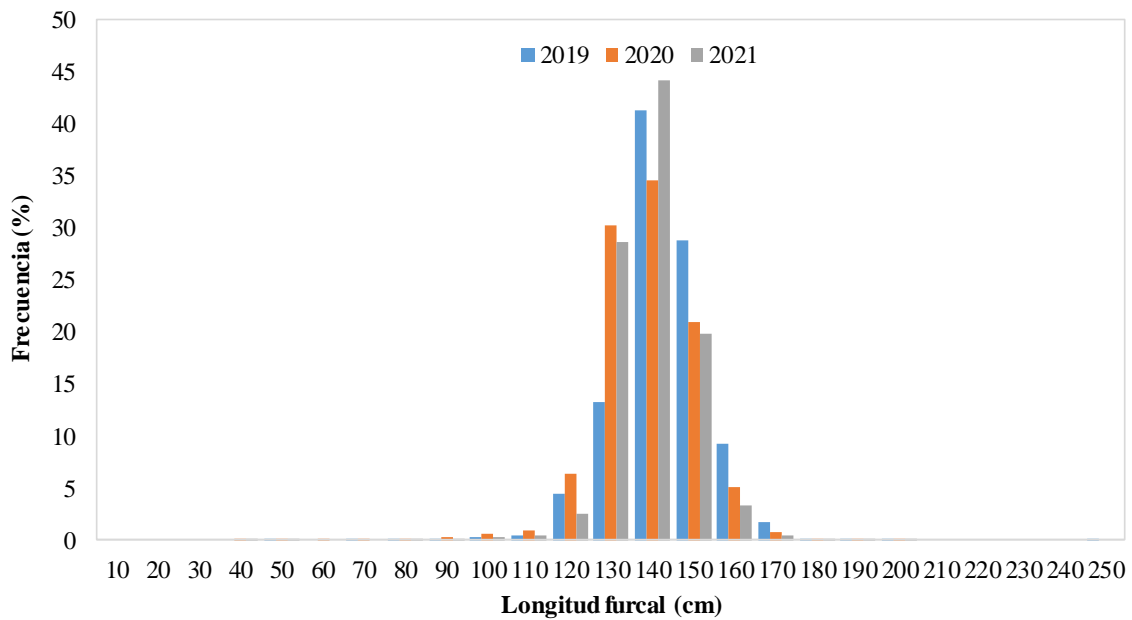


Figura 5. Frecuencia relativa de la Longitud Furcal (cm) del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) del 2019 a 2021.





## ACUERDO MEXICO-FRANCIA EN RELACION A CLIPPERTON

En la Primera Reunión Extraordinaria y Segunda Reunión Ordinaria del año 2020, se otorgó una beca por parte de la industria atunera en apoyo a la Oceanóloga Martha Elena Betancourt Aguirre, para la inscripción en la Maestría Internacional de Ciencia en Recursos Biológicos Marinos con tesis de disertación en IRD (Institut de Recherche pour le Développement en Sete, Francia) y poder cumplir con parte de los acuerdos México-Francia relativos a Clipperton.

Durante el primer semestre del programa, se cursó el módulo fundamental, llevando como materias: ecología marina, métodos cuantitativos, oceanografía, genómica marina, GIS y política marina. El segundo semestre consistió en un módulo temático (febrero-junio 2021), con especialidad en pesquerías, el cual se llevó a cabo en la Universidad de Algarve en Faro Portugal. Se llevaron dos meses de clases con materias como economía de pesca, manejo y conservación de pesquerías, tecnología de las pesquerías y dimensión socioeconómica de las pesquerías. También se realizaron las prácticas profesionales, haciendo trabajo remoto (análisis de datos desde Portugal y la colaboración de un artículo científico: <https://rb.gy/dd3mjx>

El último semestre de materias fue realizado en Ancona, Italia (Sept-Dic 2021), en donde se cumplió el módulo de la especialización llevando materias como ecología de los principales depredadores en los sistemas marinos, análisis estadísticos de poblaciones, impactos secundarios en la cosecha en las poblaciones y ecosistemas marinos. Por último, durante el semestre de enero a junio 2022, se elaboró el tema de tesis. La cual se realizó con datos de la pesca de atún en la cercanía de isla Clipperton bajo la dirección de los investigadores Daniel Gaertner (Institut de Recherche pour le Développement) y Michel Dreyfus (Programa de Aprovechamiento de Atún y Protección del Delfín).

La tesis fue defendida de manera exitosa y todas las materias cumplidas satisfactoriamente, y en julio 2022 fue la ceremonia de graduación de la estudiante. A continuación, una breve descripción del trabajo de tesis realizado para alcanzar el título de Maestra en Ciencias y cumplir con el acuerdo Clipperton.

## TESIS REALIZADA: EFECTOS AMBIENTALES Y ESPACIOTEMPORALES DE LAS CAPTURAS POR LANCE DE LA PESQUERÍA CERQUERA MEXICANA DE ATÚN EN EL ÁREA DE LA ISLA CLIPPERTON

El área de estudio se situó en la isla de Clipperton, donde la industria atunera mexicana dentro de la Zona Económica Exclusiva (200 millas náuticas). La isla es un atolón de origen volcánico que se sitúa en el océano Pacífico alrededor de 1,200 km del puerto de Acapulco, México, 900 km arriba de la isla Socorro. La extensión territorial de la isla es de 5 a 6 km y 2 km de ancho. Esta isla es deshabitada y forma parte de territorio de Francia, donde en años recientes, Francia ha permitido a embarcaciones cerqueras atuneras pescar en la zona económica exclusiva. El área de estudio se encuentra en el Océano Pacífico Oriental (OPO), área que es manejada por la CIAT (Comisión Interamericana del atún tropical) y por el APICD (Acuerdo sobre el Programa Internacional para la conservación de los Delfines). Acuerdo multilateral que se encarga de reducir progresivamente la mortalidad incidental de delfines en la pesquería del atún con red de cerco, buscar métodos ambientalmente adecuados para capturar atunes aleta amarilla de tallas grandes y por último

asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las poblaciones de atún. Estos organismos tienen resoluciones vinculadas a regular la asistencia a los miembros en desarrollo y la capacidad de construcción, así como los procesos relacionados con el manejo de la información (datos) para los túnidos y especies afines. El OPO se caracteriza por tener procesos oceanográficos con dinámicas complejas las cuales afectan a las comunidades biológicas asociadas con la dinámica y captura de las especies objetivo y las incidentales. El objetivo de este estudio fue analizar las capturas por lance realizadas por los cerqueros atuneros mexicanos alrededor de la isla Clipperton de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y barrilete (*Katsuwonus pelamis*) durante el período 2016-2021. Se realizó un análisis de datos inicial para posteriormente realizar el análisis estadístico apropiado, seguido de la descarga de variables ambientales, temperatura superficial del océano (SST) obtenida por satélite, concentración de clorofila (Chl-a) y salinidad de la superficie del océano (SSS).

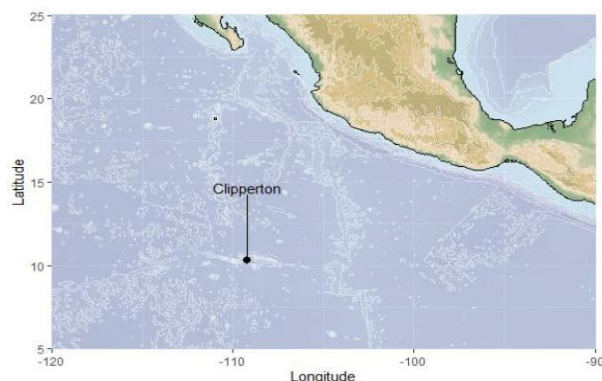


Figura 1. Localización del área de estudio.

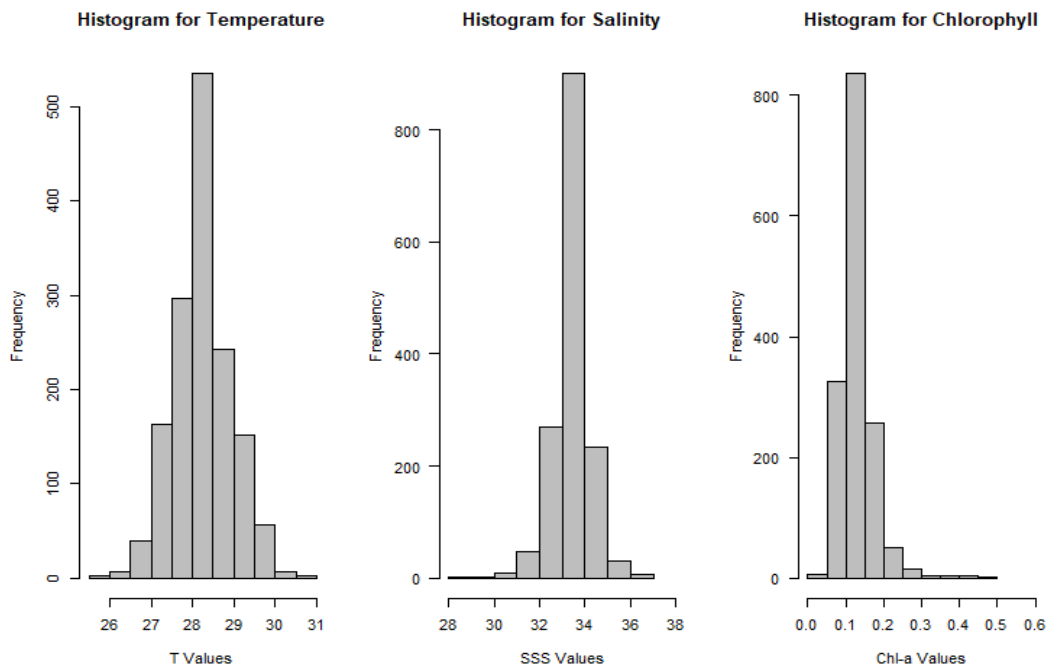


Figura 2. Histogramas de las variables ambientales: temperatura (T), salinidad (SSS) y Clorofila-a (Chl-a) satelital y esta información corresponde a los valores de etas 3 variables de acuerdo con la posición y fecha de cada lance.

Teniendo la base de datos completa con las variables ambientales por cada lance con su respectiva posición, se filtraron los datos. Esto, ya que había valores no normales, las cuales se encontraban fuera del patrón general de distribución comparado con el resto de los datos. Con la nueva base de datos se utilizaron modelos generalizados aditivos o conocidos mas bien como GAM. Los modelos GAM son usados generalmente para ajustar respuestas o patrones a variables exploratorias (en este caso los variables ambientales) respecto a una variable dependiente (capturas del atún aleta amarilla y barrilete). El análisis se dividió en dos submodelos de los GAM. El primero fue modelar la presencia o ausencia de una especie, si había capturas por arriba de 0 se asignaba un 1 y se no había capturas

(lances nulos) se tomó como ausencia (0). El segundo modelo consistió en transformar los datos con un logaritmo para hacerlos normales para las capturas positivas.

Los modelos mejor ajustados se eligieron con base en el criterio de Akaike, que explicaba la mayor cantidad de varianza (variación) utilizando la menor cantidad de variables independientes posibles. Después de obtener los dos mejores submodelos para el atún aleta amarilla, se combinaron para crear una estimación del índice de abundancia (IA) anual y mensual. Por último, y como alternativa al enfoque GAMs, se utilizó un método de aprendizaje automático (machine learning), Random Forest.

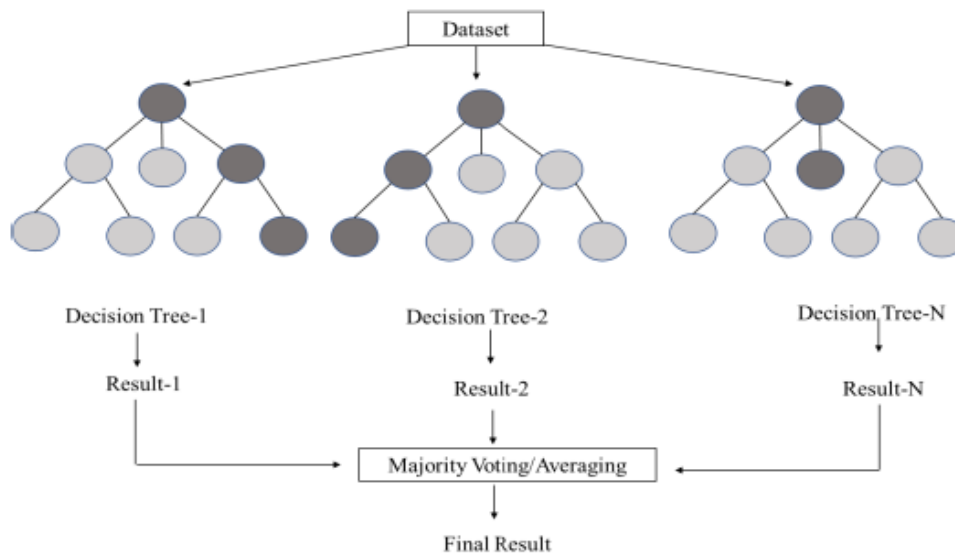


Figura 3. Funcionamiento general de un Random Forest (modificada de: Verikas et al. 2011)

El método de Random Forest consiste en un método conjunto (ensamble method en inglés) que pone junto o combina resultados para obtener un superresultado final. Se basa en diferentes árboles de decisión que lo componen. Pueden constar de dos hasta centenas de árboles (el número de árboles se ajusta mediante validación cruzada, la cual consiste en entrenar y probar el modelo en fragmentos de la serie de datos). Así que, en términos más sencillos, cada árbol se entrena en un subconjunto de la serie de datos y da un resultado. Posteriormente, se combinan los resultados de todos los árboles de decisión para dar una respuesta final, la cual será la que tenga la mayoría de votos.

Los resultados sugieren capturas más altas por lances de atún aleta amarilla según los datos espaciotemporales, ya que la latitud tiene una pendiente negativa (Figura 4) es más probable

que las capturas de atún aleta amarilla sean mayores en latitudes sur de la isla (8-10) así como la temperatura de la superficie del océano (pendiente positiva, rango de 27 a 29 ° C) y la salinidad (a partir de los 34 ‰ un incremento se puede observar). Los resultados para los GAM del barrilete fueron descritos en el trabajo de tesis completo, sin embargo, no fueron significativos ya que no había suficientes capturas por lance y los modelos no fueron los apropiados. Los resultados del Random Forest sólo describieron un porcentaje bajo de la varianza explicada. En comparación con las variables significativas con los GAM fueron diferentes, por ejemplo, en el Random Forest una variable significativa fue la Clorofila-a sin embargo, los modelos GAMs tuvieron mayor varianza explicada.



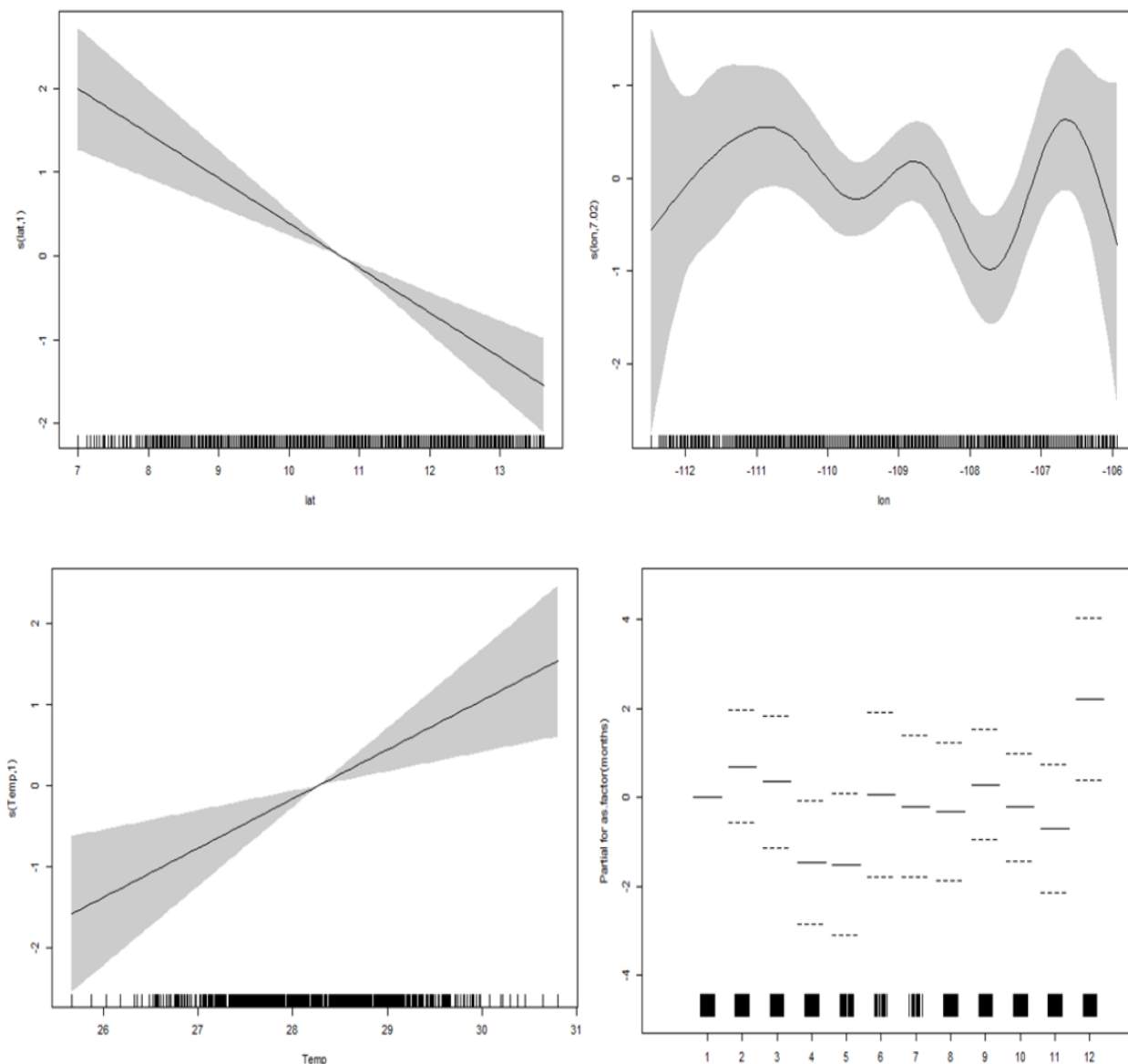


Figura 4. Variables significativas del modelo de Presencia- ausencia para el atún aleta amarilla.

En este estudio los modelos que se desarrollaron no tuvieron una alta varianza explicada. Entre mayor sea la varianza explicada en un modelo más preciso será. Las predicciones del modelo dependen completamente de la calidad y cantidad de los datos, así que los resultados deben de ser interpretados con esto en mente, no obstante, este análisis es útil particularmente para pesquerías con pocos datos.

Para un estudio futuro sería importante incorporar más años de capturas (para intentar balancear el número de capturas nulas), así como expandir el área de estudio e incorporar otras variables ambientales que pudieran ser significativas para ambas especies.



Fotografías del atolón de Clipperton, obtenidas por viaje de investigación de NOAA 2006.

## EFFECTOS POTENCIALES DE LOS REMOLINOS ANTICICLONICOS OCEANICOS EN EL COMPORTAMIENTO DE DEPREDADORES PELAGICOS

Recopilación por: Manuel M. Correia  
Consultor independiente de pesquerías

Los “Eddies” o remolinos oceánicos son estructuras que fueron detectadas hace varios años, inicialmente con sensores infrarrojos que miden la temperatura de los cuerpos, hoy día existen una infinidad de satélites que nos permiten otras métricas desde diferentes puntos alrededor del planeta. La formación de estas estructuras en el océano se basa en la dinámica de fluidos, cuando dos flujos de distinta dirección e intensidad se encuentran se genera una porción del flujo más veloz que queda “atrapado” y gira dentro del flujo contrario.

Así mismo, los remolinos de mesoescala son masas de agua giratorias que tienen escalas espaciales del orden de 10 a 100 km, pueden persistir durante semanas o años y se estima que cubren más del 30 % de la superficie del océano en las latitudes medias, generalmente son mas frecuentes en periodos cálidos como en primavera y verano. Estas características generan gradientes laterales y verticales en la estructura física del océano al atrapar y transportar grandes masas de agua a través de grandes distancias y al impulsar el flujo vertical de calor, carbono y nutrientes que, a su vez, pueden modular la producción primaria, cuyos efectos pueden alcanzar niveles tróficos mas altos.

Sin embargo, a pesar de haberse estimado que un aumento de energía en los remolinos pueda afectar la capacidad de absorción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del Océano, no está claro cómo ha evolucionado la **Energía Cinética de los Remolinos (ECR)** oceánicos globales en las últimas décadas. Por otra parte, las predicciones mediante modelos climáticos acoplados con datos de captura o presencia de especies altamente migratorias no han logrado explicar del todo esa dinámica de mesoescala oceánica, lo que podría limitar su precisión en la simulación del cambio climático futuro.

Aunque se estima que los giros subtropicales constituyen el bioma marino más grande de la superficie de los océanos del mundo, sustentan densidades de depredadores excepcionalmente bajas en condiciones de escasez de nutrientes en las aguas superficiales. Los remolinos de mesoescala en un momento dado pueden aumentar la productividad en estas regiones.

Estudios recientes han destacado algunas incertidumbres sobre si la interacción físico-biológica en la mesoescala versus la submesoescala de un “Eddy” impulsa potencialmente el **comportamiento de los depredadores pelágicos**. Arostegui y colaboradores en un estudio reciente usando un conjunto de datos de pesca a gran escala de la pesquería de palangre de calado profundo de Hawái, una de las pesquerías más grandes y de mayores ingresos del área, integraron en unos algoritmos las observaciones satelitales de remolinos de mesoescala del “**Giro Subtropical del Pacífico Norte**” (**Fig. 1**) con datos de captura de catorce de los depredadores pelágicos capturados con mayor frecuencia, incluidos los de importancia comercial (como el atún patudo, especie objetivo), así como las capturas incidentales no objetivo.

### **Dominio de mesoescala en el giro subtropical del Pacífico Norte**

Este giro se caracteriza por remolinos de baja amplitud que generan menos tensión, lo que debería producir menos frentes de sub-mesoescala derivados, especialmente si las interacciones entre las características de mesoescala en este bioma son más débiles y es menos probable que ocurran (**Fig. 2**).

Entre los cinco giros subtropicales, la proporción de contribuciones de mesoescala versus sub-mesoescala de la clorofila superficial es más alta en el Pacífico Norte. La magnitud y la

abundancia de la inestabilidad de la sub-mesoescala en esta región están limitadas por la capa mixta superficial poco profunda y relativamente estable que restringe la energía disponible para tales movimientos.

Los resultados mostraron un patrón generalizado de aumento de la captura de depredadores pelágicos dentro de los remolinos anticiclónicos en relación con los ciclones y las áreas sin remolinos. Indican que una mayor abundancia de presas mesopelágicas en los núcleos anticiclónicos puede estar atrayendo a diversos depredadores, formando puntos críticos ecológicos donde estos depredadores se agregan y exhiben una mayor abundancia (**Fig. 3**).

Se sugiere que hay mecanismos por los cuales los remolinos de mesoescala influyen en el comportamiento de los grandes depredadores pelágicos, incluida la acumulación de micronecton (formando así puntos de acceso oceánicos para los depredadores) y la modulación de la estructura térmica de la columna de agua (regulando potencialmente el acceso de los depredadores a los recursos mesopelágicos).

La documentación de los depredadores pelágicos que permanecen dentro de los remolinos de mesoescala durante meses destaca su papel potencial como ricas zonas de alimentación en el océano abierto. Sin embargo, los depredadores pelágicos en el Giro Subtropical del Pacífico Norte han mostrado disminuciones significativas a largo plazo en la abundancia relativa. Este desajuste destaca la necesidad de comprender los posibles impulsores biofísicos del comportamiento de los depredadores para informar mejor el manejo efectivo de estas especies, sus ecosistemas de apoyo y las pesquerías dependientes.

### **Los anticiclones aumentan la captura de depredadores:**

Para cuantificar rigurosamente los efectos de los remolinos en la captura, se desarrollaron modelos específicos de especies que evalúan si los efectos relacionados con los remolinos estaban presentes y eran homogéneos en todo el giro subtropical del Pacífico Norte o diferentes entre las subregiones con distintas dinámicas de remolinos. Además, para minimizar los efectos de posibles factores de confusión en nuestro conjunto de datos dependientes de la pesca, utilizaron este enfoque de modelado para estandarizar la probabilidad de captura y la tasa de captura positiva de cada depredador al tener en cuenta explícitamente los procesos ambientales de orden superior (por ejemplo, la captura espacial a gran escala), diferencias en la distribución), la variabilidad en la metodología de pesca (por ejemplo, configuraciones de artes) y el comportamiento de los pescadores.

La razón de posibilidades de captura es la relación entre las posibilidades de capturar una especie en particular en una zona determinada de un anticiclón y las posibilidades en la zona correspondiente de un ciclón y, por lo tanto, se deriva de si un palangre capturó la especie focal (presencia/ausencia). La razón de la tasa de captura es la razón de la tasa de incidencia distinta de cero de una especie en particular en una zona dada de un anticiclón a la tasa de incidencia distinta de cero en la zona correspondiente de un ciclón y, por lo tanto, se deriva de cuántos individuos de la especies focales fueron capturadas en un palangre que produjo al menos un individuo (recuento positivo).

Las probabilidades de captura y las razones de estadísticamente significativas ocurrieron con más frecuencia, y generalmente fueron de mayor magnitud, entre los núcleos de remolinos que entre las periferias (**Fig. 3**). Los remolinos



influyen en el acoplamiento de las comunidades epito-mesopelágicas, se corroboró la creciente evidencia de que los organismos de la capa de dispersión profunda son presas vitales para un conjunto de especies de depredadores comercialmente importantes y, por lo tanto, brindan valiosos servicios ecosistémicos.

### **Impulsores mecánicos de captura en remolinos**

La naturaleza dependiente de la pesquería del conjunto de datos de captura de este ejercicio está influenciada por tres factores principales que afectan la captura diferencial de depredadores pelágicos **abundancia (Fig.4a)** (el número de individuos presentes de una especie dada), susceptibilidad a ser capturados ("**capturabilidad**", **(Fig. 4b)** la eficiencia de las artes de pesca para muestrear la abundancia de una especie) y el **esfuerzo** de pesca (cuántas artes de pesca se despliegan y cuántas veces). En el análisis, tomaron en cuenta explícitamente el esfuerzo, aislando así la abundancia y la capturabilidad como los principales impulsores probables de la disparidad en las métricas de captura entre las polaridades de los remolinos y las áreas sin remolinos.

### **Abundancia**

Es muy probable que la variabilidad de mesoescala en la abundancia de depredadores pelágicos esté influenciada por la selección de hábitats que albergan una mayor oportunidad de alimentación (**Fig. 4a**). Los estudios de telemetría han documentado una afinidad por los núcleos de los anticiclones en una amplia gama de taxones de depredadores. La productividad primaria neta (PPN) mejorada en los anticiclones de los giros subtropicales puede respaldar una mayor biomasa de la capa de dispersión profunda, atrayendo a los depredadores y aumentando su abundancia dentro de los núcleos de estas características. Durante el día, solo los depredadores que se alimentan en las profundidades (como el atún patudo que se zambulle repetidamente, flechas blancas curvas)

pueden acceder a la capa profunda de dispersión en profundidad, mientras que los depredadores que se alimentan a poca profundidad (como el marlín trompa corta) están restringidos a las aguas superficiales. Durante la noche, cuando las presas experimentan una migración vertical diaria hacia las aguas superficiales, los depredadores que se alimentan tanto en las profundidades como en las profundidades pueden acceder a la capa de dispersión profunda. A diferencia de otros biomas del océano mundial, los anticiclones en los cinco giros subtropicales muestran una mayor concentración de fitoplancton de clorofila con un tamaño de celda más grande y, por extensión, una mayor productividad primaria en la superficie del océano en relación con los ciclones. Aunque se desconocen los efectos concomitantes de esta diferencia de productividad en la base de presas en niveles tróficos intermedios, la eficiencia de transferencia trófica desde el fitoplancton hasta el micronecton en la capa de dispersión profunda puede ser mayor en regímenes pobres en nutrientes en relación con aguas más productivas. Aproximadamente el 90% del micronecton que comprende las capas de dispersión profunda exhibe una migración vertical diaria en el Pacífico oriental, lo que resulta en una mayor biomasa nocturna que diurna en las aguas superficiales del Giro Subtropical del Pacífico Norte.

Los depredadores pelágicos de Figura 3 incluyen especies que han desarrollado adaptaciones fisiológicas y sensoriales para acceder a hábitats mesopelágicos (presumiblemente para alimentarse), así como otras que se limitan en gran medida a alimentarse en el epipelágico; sin embargo, ambos grupos de comportamiento de los depredadores se benefician potencialmente de la mejora de la biomasa de la capa de dispersión profunda en los núcleos anticiclónicos.

### **Capturabilidad**

Con respecto a la capturabilidad (**Fig. 4b**), el desplazamiento hacia abajo de las isotermas dentro de los anticiclones puede expandir o cambiar la distribución de profundidad de un depredador más profundamente, mientras que el desplazamiento hacia arriba dentro de los ciclones puede contraerse o cambiar esa distribución a una menor profundidad.

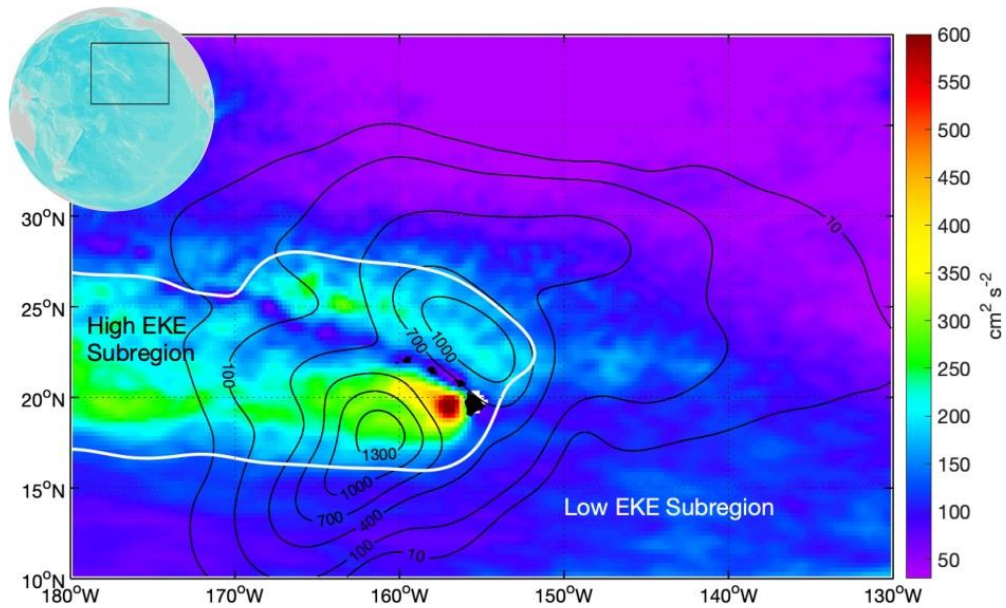
En este ejemplo se muestra una mayor capturabilidad en los anticiclones, pero la relación entre la polaridad de los remolinos y la capturabilidad está teóricamente determinada por la distribución de profundidad típica de las especies de depredadores en relación con la del arte de pesca y la dirección del desplazamiento de la isoterma.

Dependiendo de la polaridad, los cambios provocados por remolinos en la estructura vertical de la columna de agua a menudo dan como resultado anomalías de temperatura positivas (cálidas) o negativas (frías) en profundidad. Estos cambios pueden servir para expandir o contraer el hábitat vertical disponible para los depredadores pelágicos, lo que rige el grado de superposición entre el arte de pesca y el uso del hábitat de los depredadores y, por lo tanto, modula la capturabilidad.

Los autores sugieren que los cambios potenciales en la capturabilidad causados por la expansión o compresión vertical del hábitat impulsada por remolinos son probablemente mínimos en el Giro Subtropical del Pacífico Norte y que es poco probable que este mecanismo sea un factor importante de los patrones de captura observados.

### **Conclusión**

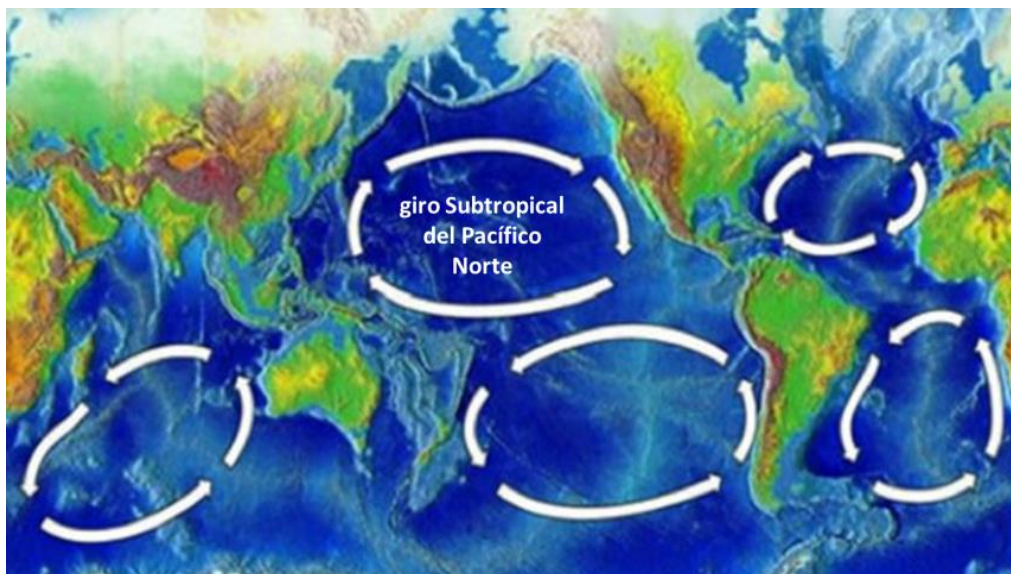
Los hallazgos sugieren que los remolinos anticiclónicos de mesoescala sirven para agregar una comunidad diversa de depredadores pelágicos en el Giro Subtropical del Pacífico Norte, probablemente como resultado de una mayor biomasa de la capa de dispersión profunda en sus núcleos. Esto corrobora la importancia potencial de la conectividad entre las zonas epipelágica y mesopelágica, que debe tenerse en cuenta en las evaluaciones de impacto de las futuras industrias de aguas profundas. El creciente interés en las pesquerías de capas de dispersión profunda se enfrenta a la información limitada sobre la ecología de las profundidades marinas y los posibles efectos en el ecosistema de la extracción de micronectones. No está claro cuánta biomasa de la capa de dispersión profunda puede ser eliminada por la pesca sin ejercer un impacto perjudicial sobre los depredadores dependientes o la capacidad del océano para el secuestro de carbono y la regulación del clima. Es necesario mejorar nuestra comprensión de los servicios ecosistémicos proporcionados por las comunidades mesopelágicas, particularmente con respecto a su papel como forraje para los depredadores pelágicos y, por lo tanto, en el apoyo a las pesquerías de depredadores que son fundamentales para la seguridad alimentaria mundial, para informar el uso responsable de los recursos del océano profundo. La modulación de los ecosistemas pelágicos a lo largo de varios niveles tróficos por remolinos de mesoescala destaca las complejas interacciones físico-biológicas que impulsan el acoplamiento de comunidades epitomesopelágicas e influyen en la sostenibilidad de las pesquerías de forraje y depredadores en el océano mundial.



**Figura 1. Campo de energía cinética de un “Eddy” en el Giro subtropical del Pacífico Norte.**

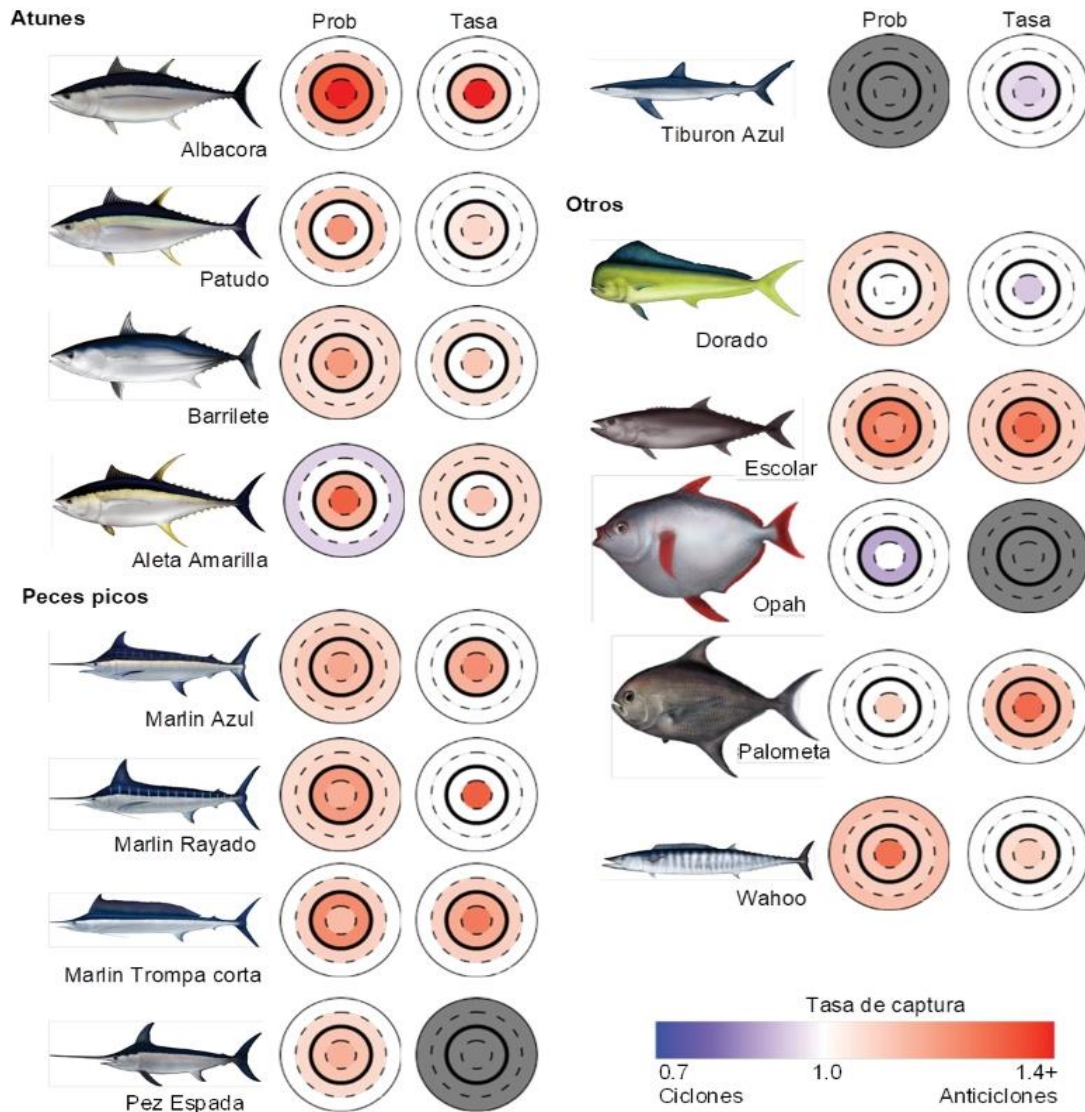
Energía cinética de remolino ECR (**EKE**, siglas en inglés).

El esfuerzo de pesca ubicado junto a los remolinos está delimitado (negro) (cortesía Arostegui y col., 2022)



**Figura 2. Área del Giro Subtropical del Pacífico Norte** (cortesía NOAA)





**Figura 3. Métricas de captura centradas en remolinos (ECR alto).** Probabilidades y tasas de captura que comparan una zona determinada de anticiclones con la zona de ciclones correspondiente. Las proporciones de las métricas de captura están codificadas por colores:

>1, significativamente más altas en los anticiclones (**rojo**);

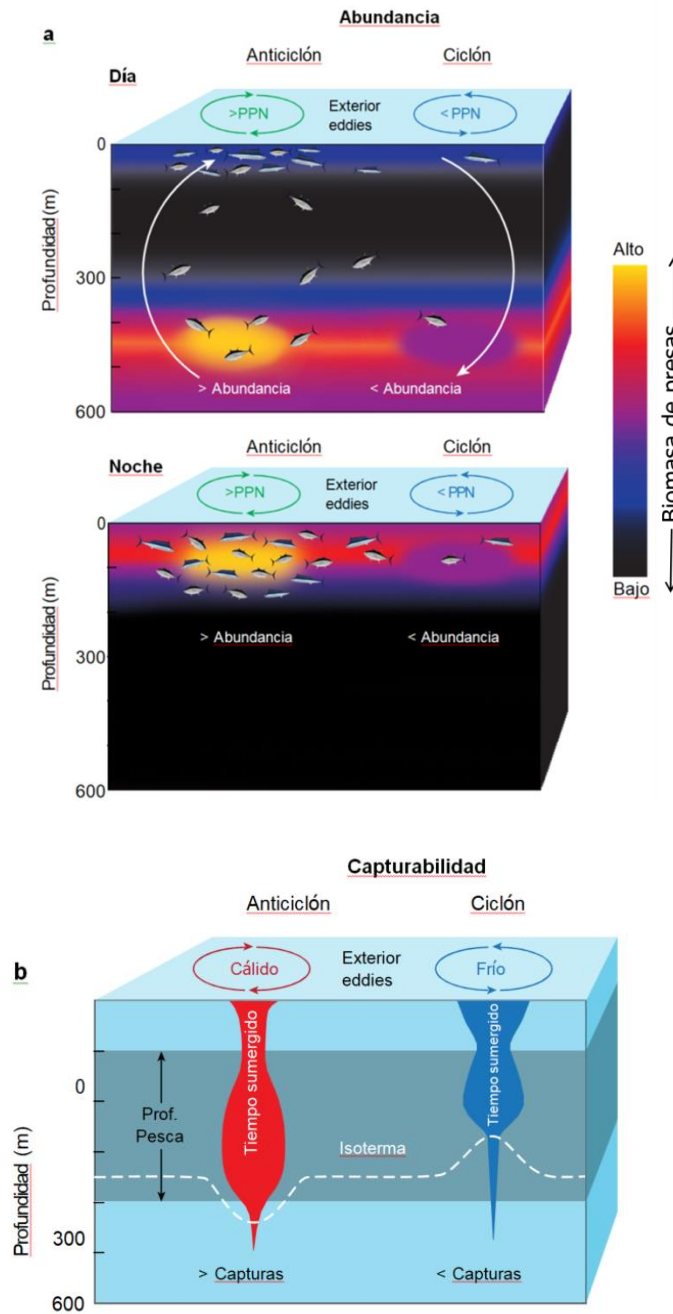
<1, significativamente mayor en ciclones (**azul**);

= 1, no significativamente diferente entre polaridades (blanco); y

N/A, el modelo de mejor ajuste no incluyó efectos relacionados con remolinos para esa métrica (**gris**)

(cortesía Arostegui y col., 2022)





**Figura 4. Mecanismos potenciales que impulsan la captura. a,b,** Conceptualización de cómo las diferencias en la abundancia de depredadores pelágicos (a) y la capturabilidad (b) pueden generar mecánicamente una disparidad en las métricas de captura entre las polaridades de los remolinos (y áreas fuera de los remolinos) (cortesía Arostegui y col., 2022).



Fotografías: CIAT-IATTC  
<https://www.iattc.org/es-ES>