EL VIGÍA

ÓRGANO INFORMATIVO DEL PROGRAMA NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DEL ATÚN Y PROTECCIÓN DE DELFINES Y OTROS EN TORNO A ESPECIES ACUÁTICAS PROTEGIDAS.



RELATORÍA REUNIÓN CIAT

ARTÍCULOS DIVULGATIVOS

Atunes, aves , fenómeno EL NIÑO y más...

AÑO 33
Nº 58
DICIEMBRE 2025

DIRECTORIO

Director de FIDEMAR - PNAAPD
Guillermo Alberto Compean Jiménez
gacompean@hotmail.com

Jefe del Sub-Programa de Investigación Científica
Michel Jules Dreyfus León
dreyfus@cicese.mx

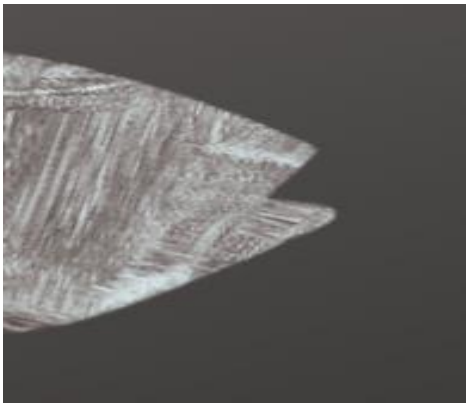
Coordinador Editorial
Martha E. Betancourt Aguirre
elvigia.fidemar@gmail.com

Comité Editorial
Michel Jules Dreyfus León
Humberto Robles Ruíz
Héctor Pérez

Asesores y Colaboradores
Marina Eva Hernández González

Para mayor información, visiten:

FIDEMAR:http://fidemar.org/
PNAAPD:https://www.fidemar.org/pnaadp
El VIGÍA:https://www.fidemar.org/revista-el-vigia



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

CONTENIDO

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL ATÚN PATUDO (THUNNUS OBESUS) EN RESPUESTA A LOS EVENTOS EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR EN EL OCÉANO PACÍFICO ……...1

AVES EN LA PESCA DEL ATÚN……..... 5

EFECTO DE LA VARIABILIDAD AMBIENTAL EN LA DISTRIBUCIÓN DEL TIBURÓN MARTILLO EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL …….....…….....9

EFECTOS DEL FENÓMENO “EL NIÑO” EN LA PESQUERÍA DEL ATÚN ALETA AZUL ……13

¿POR QUÉ LOS PELÁGICOS MAYORES SOSTIENEN LA SALUD DEL ECOSISTEMA MARINO?.....22

LA CAPTURA INCIDENTAL DE TIBURONES EN LA PESQUERÍA DE ATÚN CON PALANGRE EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL…….....26

TALLAS Y EDADES DE PRIMERA MADUREZ POBLACIONAL (L50/ E50), DE LAS ESPECIES OBJETIVO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-PESC-1994…….34

RELATORIA REUNION ANUAL DE LA CIAT 2025….40

EDITORIAL

En este número de **El VIGÍA** les presentamos artículos con la información más reciente sobre temas del atún y otras especies. 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 . Hasta la próximaى.

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN DEL ATÚN PATUDO (*THUNNUS OBESUS*) EN RESPUESTA A LOS EVENTOS EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR EN EL OCÉANO PACÍFICO

Christopher Bañuelos-Sánchez & Sofía Ortega-García
Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

El atún patudo *Thunnus obesus* (Figura 1) es un túnido caracterizado por su cuerpo robusto y comprimido. Los juveniles y los adultos pequeños se agrupan en la superficie en cardúmenes monoespecíficos o mezclados con otros atunes y pueden encontrarse asociados a objetos flotantes. La presencia de esta especie está estrechamente relacionada con los cambios estacionales y climáticos en la temperatura superficial del mar. Su distribución vertical está generalmente limitada por la termoclina, alcanzando profundidades de hasta 250 m, donde los adultos más grandes permanecen en aguas más profundas. Los huevos y las larvas son pelágicos. Se alimenta de una amplia variedad de peces, cefalópodos y crustáceos, tanto durante el día como por la noche.

Tolera temperaturas de 13 a 29 °C, aunque su intervalo óptimo se encuentra entre 17 y 22 °C, por lo que se considera una especie asociada a aguas relativamente frías.



Figura 1. Atún patudo *Thunnus obesus*. Tomada de las fichas técnicas de la CIAT.

Entre las pesquerías que capturan esta especie en el océano Pacífico (OP) se encuentra la flota palangrera, cuya área de operación se extiende aproximadamente entre los 50° N y los 50° S. Diversos estudios se han enfocado en evaluar la situación poblacional de la especie en el OP, debido a la incertidumbre que ha existido en torno a esta. Previo al 2017, evaluaciones del stock en el OP catalogaban a la población en estado de sobreexplotación.

El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) es un fenómeno océano-atmosférico que influye en las condiciones climáticas en todo el OP. Presenta dos fases: El Niño, caracterizada por un incremento de la temperatura superficial del mar en el Pacífico Oriental (PO) y un enfriamiento en el Pacífico Occidental, y La Niña, que corresponde al fenómeno inverso (Figura 2). Durante estas fases, la variabilidad en la profundidad de la termoclina y en la disponibilidad de alimento ocasiona que muchas especies migratorias, como los atunes, se desplacen hacia zonas con condiciones ambientales más favorables para su desarrollo, lo cual puede aumentar su vulnerabilidad frente a actividades antropogénicas, como la apertura de nuevos caladeros de pesca.

Se analiza la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE, entendida como el número de organismos capturados por cada 1000 anzuelos) del patudo en el OP durante las fases del ENSO y periodos neutros registrados de 1954 a 2023. Los datos provienen de bases públicas de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) responsable de la regulación de las pesquerías en el PO y de la Comisión Pesquera del Pacífico Occidental y Central. Las bases de datos están integradas con información temporal (año y mes), esfuerzo pesquero (número de

anzuelos empleados), número de organismos capturados e información espacial (longitud y latitud). Las capturas se encuentran agrupadas en cuadrantes de 5°x5°. Para clasificar los periodos (El Niño, La Niña y neutro) se utilizaron las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) registradas por la NOAA correspondientes al periodo analizado. Esta institución monitorea la variabilidad térmica en una región del OP conocida como **El Niño 3.4**, comprendida entre 120° y 170° O. En dicha base, se clasifica una fase de **El Niño** cuando las anomalías en la región 3.4 son mayores a +0.5 °C, y una fase de **La Niña** cuando dichas anomalías son inferiores a –0.5 °C.

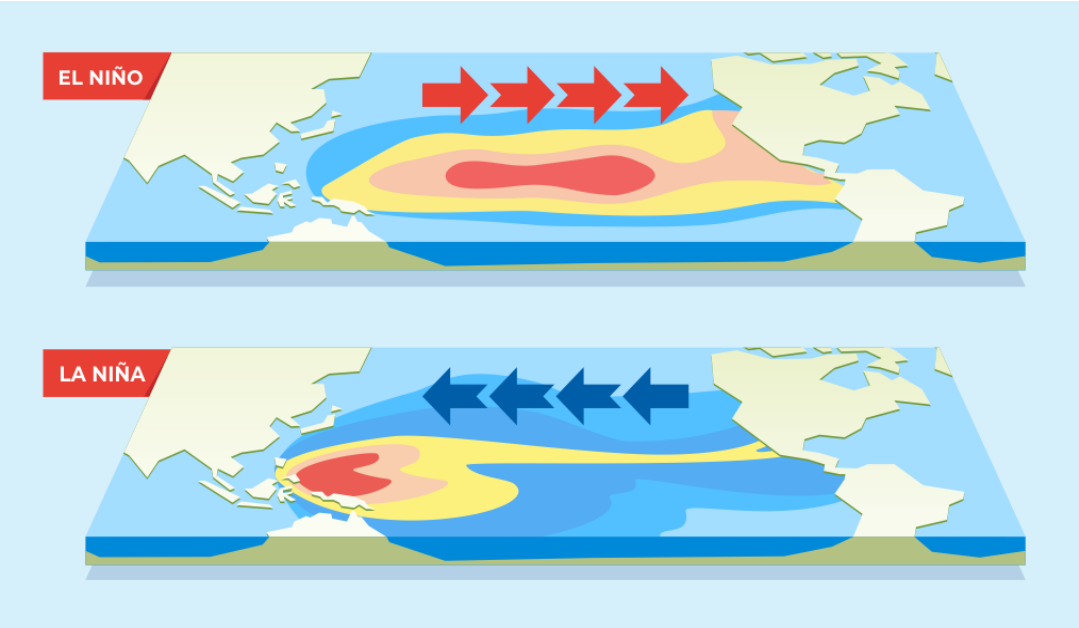


Figura 3. Procesos de advección de las masas de agua cálida durante los eventos El Niño y La Niña. Los tonos rojizos indican aguas relativamente más cálidas, mientras que las flechas muestran la dirección de las masas de agua impulsadas por los vientos alisios y las corrientes oceánicas. Fuente: adaptado de Youngzine.

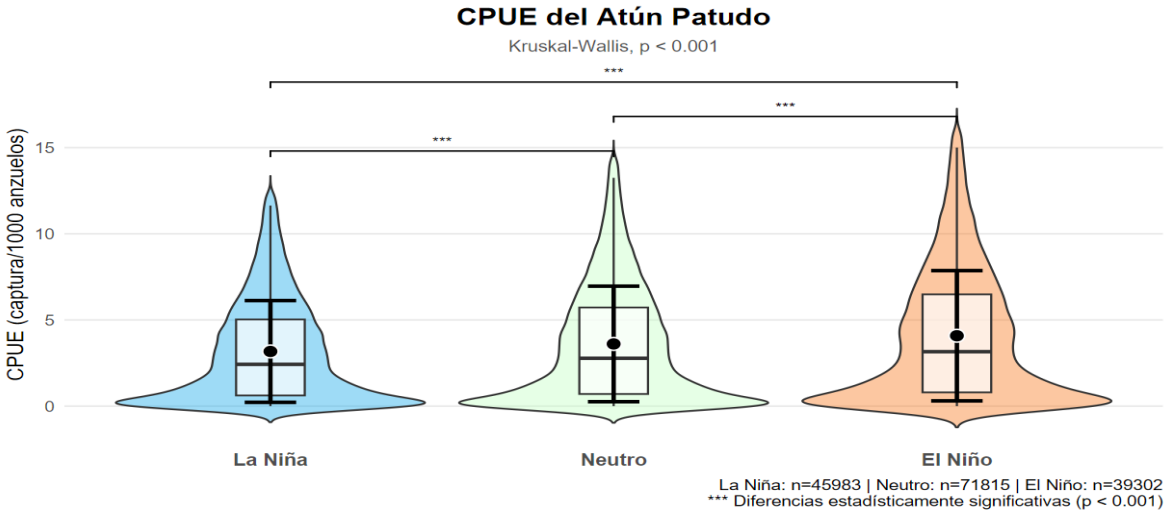


Figura 2. Distribución de la Captura Por Unidad de Esfuerzo del atún patudo (*Thunnus obesus*) durante las fases del El Niño Oscilación del Sur y en condiciones neutras. Los gráficos de violín muestran la densidad de distribución, las cajas indican el rango intercuartílico, la línea horizontal la mediana, el punto negro la media, y las barras verticales ± una desviación estándar. Los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas (*** $p < 0.001$, prueba de Kruskal-Wallis con post-hoc de Dunn). n = número de observaciones por periodo.

Se encontraron diferencias significativas en la CPUE promedio entre las distintas fases (Figura 3), con valores más altos durante El Niño. Espacialmente, durante los eventos de La Niña, las capturas se mantuvieron relativamente bajas (5 a 10 organismos/1000 anzuelos), con concentraciones moderadamente altas en aguas oceánicas del PO, tanto frente a la península de Baja California (aproximadamente entre 110° y 130° O, 20° a 30° N) como frente a Colombia y Ecuador (80° a 95° O y 5° N a 5° S). Durante condiciones neutras, el rango espacial de CPUE moderadas (≈ 10 organismos/1000 anzuelos) se extiende hacia aguas más oceánicas, abarcando gran parte del PO y del Pacífico Central, aproximadamente hasta los 160° E. Un comportamiento similar se observa durante los eventos de El Niño; sin embargo, en este caso se registra un incremento en el número de cuadrantes con valores de CPUE de moderados a altos (≈15 organismos/1000 anzuelos; Figuras 4 y 5).

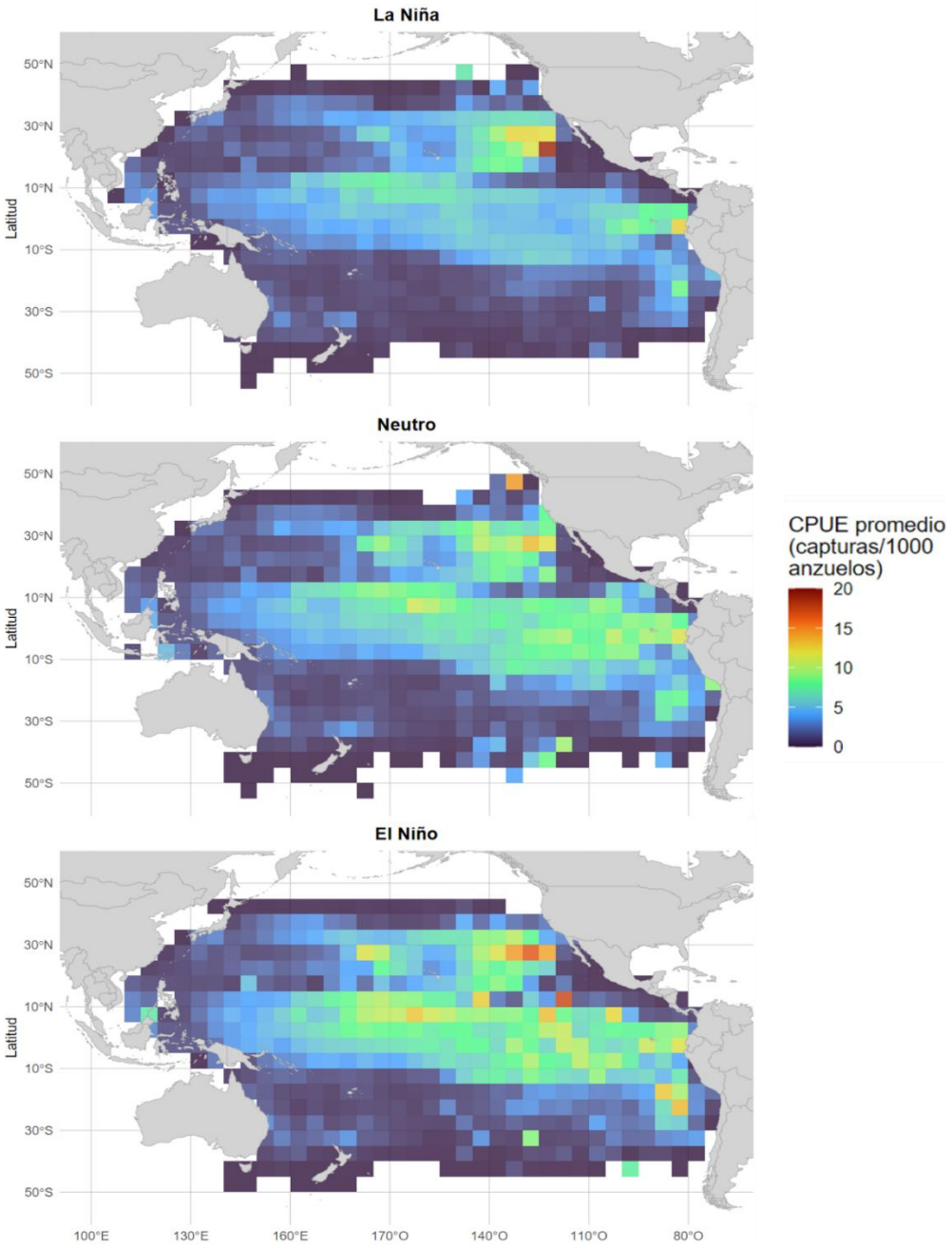


Figura 4. Distribución geográfica de la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio de atún patudo (Thunnus obsesus) registrada por la flota palangrera en el océano Pacífico durante las fases de El Niño, La Niña y condiciones neutras, agrupadas en cuadrantes de 5°x5°

.

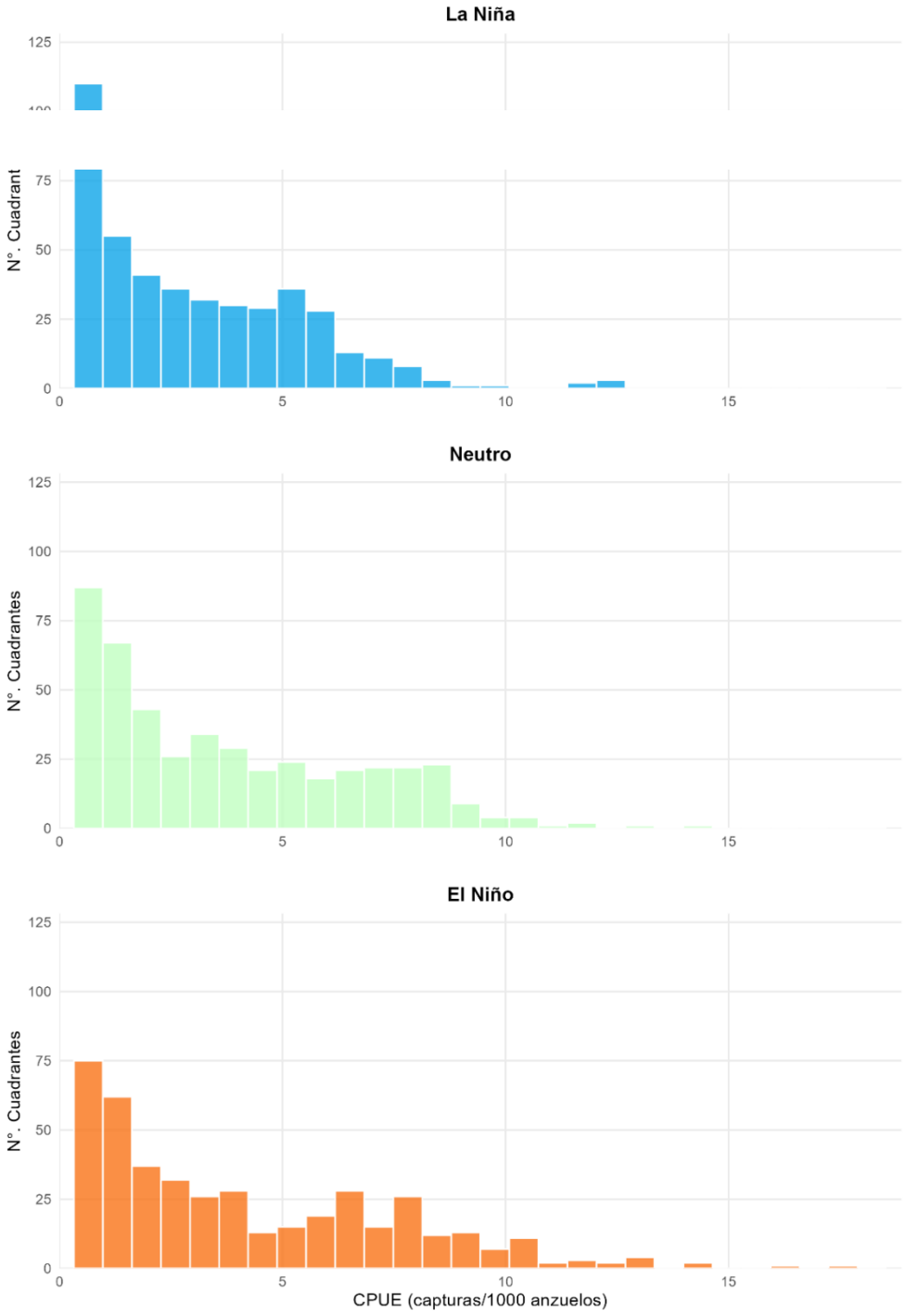


Figura 5. Frecuencia de los valores de la Captura Por Unidad de Esfuerzo por cuadrante del atún patudo (*Thunnus obsesus*) en el océano Pacífico durante las fases de El Niño-Oscilación del Sur y en condiciones neutras.

AVES EN LA PESCA DEL ATÚN

Eva Marina Hernández
PNAAPD

Cuando el barco sale a la pesca navegando en la búsqueda de su objetivo, la tripulación va buscando señales de presencia de atunes, una de esas es la de los pájaros. Estas bandadas de pájaros las detectan con sus prismáticos de alta y baja potencia y en el radar de pájaros. Durante siglos, los pescadores han utilizado la presencia de aves marinas para encontrar bancos de peces y zonas de pesca.

El cómo las aves ayudan a encontrar esos cardúmenes, es por su comportamiento. Las aves, con su agudeza visual desde el cielo, pueden ver la actividad bajo la superficie del agua detectando cuando los atunes empujan los peces de carnada hacia la superficie. Es así como los pescadores buscan los siguientes signos de actividad sospechosa de aves.

Pájaros zambulléndose: Aves lanzándose en picada repetidamente sobre un punto en el agua que indica que están atacando a un banco de carnada que está siendo empujado a la superficie por depredadores como el atún.

Pájaros volando en una misma dirección. Esto puede indicar la trayectoria de un banco de atunes en movimiento.

Aves posadas en el agua. Las aves solo posadas sobre el agua pueden indicar existencia de carnada y por lo tanto atún en las cercanías.

Uso de radar. Algunas embarcaciones también pueden usar el radar para detectar las grandes bandadas de aves, lo que les ayuda a localizar áreas con actividad de pesca de atún.

Aunque muchas aves marinas pueden ser un buen indicio, algunas son particularmente más útiles para detectar la presencia de atún, entre estas aves están:

Los Charranes: A menudo se les considera los más fiables para detectar atunes que se alimentan cerca de la superficie. Estas aves del género *Sterna* también conocidas como golondrinas, son aves marinas conocidas por su comportamiento de pesca mediante zambullidas y sus migraciones largas. Son aves de tamaño mediano, con un plumaje que varía del blanco al gris, y un pico fino y afilado que suele ser rojo y la cola bifurcada.



Foto de un charran.

Las Pardelas o Petreles: Diferentes especies de pardelas, son una buena señal de carnada. Capturan presas tanto en la superficie como sumergiéndose bajo el agua, a veces a profundidades de hasta 66 metros. Estas aves pertenecen a los proceláridos (Procellariidae) que son una familia de aves marinas pelágicas que agrupa a los petreles, pardelas y otras aves



Fotos de pardelas

Los Alcatraces: Se lanzan de cabeza al agua para pescar, creando un espectáculo que es fácil de ver desde la distancia y que indica una intensa actividad de alimentación. Estas aves son conocidas comúnmente como piqueros, alcatraces o pájaros bobos, son aves marinas tropicales con picos robustos y pies palmeados que se caracterizan por lanzarse en picado desde gran altura para atrapar peces y calamares bajo el agua.



Los alcatraces suelen buscar el destello blanco de sus compañeros cuando buscan alimento (Chris y Monique Fallows)



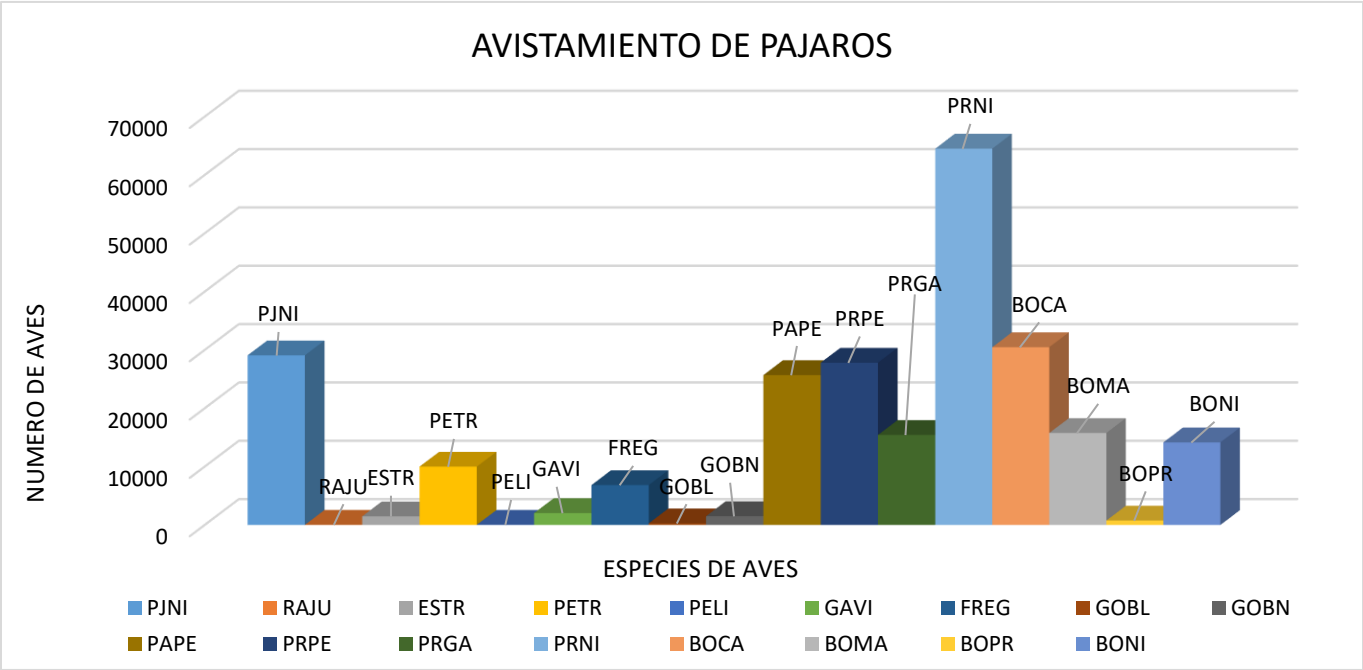
Los pescadores también observan a los albatros, cormoranes, pelicanos y gaviotas para detectar bancos de atún, porque estas aves se alimentan de los mismos peces, son efectivos para ubicar cardúmenes en la superficie.



Albatros, Cormoranes

“Las características biológicas de los alcatraces, charranes y otras aves marinas son únicos porque pueden ver partes del espectro de luz ultravioleta que los humanos no pueden, dice el oceanógrafo Mitch Roffer, un observador de aves marinas. Es como si tuvieran visión polarizada. "Dependiendo de la especie, las aves marinas tienen gotitas de aceite rojas o amarillas dentro de los receptores de color de sus ojos que mejoran su visión de lejos, especialmente en condiciones de poca luz, como la neblina o de noche", dice. "Esta mayor agudeza les permite ver a través de las capas del espectro de color. Como resultado, son excelentes buscadores de peces, ya que pueden ver peces donde nosotros no podemos, especialmente dada su ventaja de altura sobre el agua". Las pardelas, presentes en todo el mundo, son indicadores importantes dondequiera que se encuentren “Las pardelas que vuelan alto o en línea recta significan que están cazando caballa, calamar u otros peces carnada", dice Spencer. (https://www.marlinmag.com/birds-radar-fishing-tips)”. Las aves marinas más comunes que fueron observadas durante las maniobras de pesca del periodo de los años 2024 y 2025, son las pardelas en general. En este grupo de aves conocidas como pardelas están incluidas varias especies que no logran identificar específicamente y las registras como Pardelas no identificadas (PRNI) otras son las Pardela de cola de gajo (PRGA), Pardelas pequeñas (PRPE), Pardelas o petreles (PAPE). Como se menciona anteriormente las Pardela es un término genérico para un grupo de aves marinas que forman parte de la familia de los petreles (Procellariidae). La palabra "petrel" se refiere a la familia en su totalidad, mientras que "pardela" se usa para nombrar a un grupo específico de estas aves dentro de esa familia. En general, ambas son aves marinas pelágicas con gran capacidad de vuelo, pero la pardela es una subcategoría. Son aves de amplio rango, abundantes en aguas frías y templadas, conocidas por sus largos viajes y vuelo eficiente. Son aves de tamaño variado (desde pequeñas como la pardela chica hasta grandes como la pardela cenicienta) y hay muchas especies diferentes.





NOMBRE COMUN	CODIGO
PAJAROS NO IDENTIFICADOS	PJNI
RABIJUNCO	RAJU
ESTERCORARIOS	ESTR
PETRELES	PETR
PELICANOS	PELI
GAVIOTA	GAVI
FRIGATA/TIJERETA	FREG
GOLONDRINA BLANCA	GOBL
GOLONDRINA BLANCA CON NEGRO	GOBN
PARDERLA O PETRELES	PAPE
PARDELA PEQUEÑA	PRPE
PARDELA DE COLA DE GAJO	PRGA
PARDELA NO IDENTIFICADA	PRNI
BOBO CAFÉ/PRIETO	BOCA
BOBO ENMASCARADO	BOMA
BOBO DE PATAS ROJAS	BOPR
BOBO NO IDENTIFICADO	BONI

El otro grupo de las aves más reportadas son las aves llamadas Bobo, que se identifican como Bobo de patas rojas, (BOPR), Bobo enmascarado (BOMA), Bobo café (BOCA), Bobo no identificado (BONI). Los pájaros bobos también llamados alcatraces de la familia Sulidae, son aves marinas con aspecto torpe en tierra, pero excelentes nadadoras y pescadoras que cazan lanzándose en picado desde el aire. Hay muchos otros pájaros que no lograron ser identificados ya sea por la distancia o dificultad para identificarlo por parte de los observadores. Pero se reportan en menores cantidades otras especies como son los Albatros, Fragastas o Tijeretas, Gaviotas, Pelicanos entre otras aves, que conviven en las actividades pesqueras Las aves se consideran indicadores importantes de la salud de los océanos, de ahí la importancia de estudiarlas y seguir monitoreándolas en la actividad pesquera.

“De acuerdo con la guía elaborada por FONDEPES, las aves marinas cumplen un papel fundamental en los ecosistemas marinos. Son Indicadores de calidad ambiental**:** La presencia de aves marinas puede revelar tanto la disponibilidad de alimentos como la contaminación en los ecosistemas marinos. Sus patrones migratorios y hábitos alimenticios proporcionan información sobre la distribución y cambios de los recursos marinos a lo largo del tiempo.”(https://www.gob.pe/institucion/fondepes/noticias/1041014-aves-marinas-cual-es-su-importancia-)

EFECTO DE LA VARIABILIDAD AMBIENTAL EN LA DISTRIBUCIÓN DEL TIBURÓN MARTILLO EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL

Aura Buenfil-Ávila, Sofia Ortega-García & Héctor Villalobos
Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

En el Océano Pacífico Oriental (OPO) existen amplios patrones climáticos que influyen en la variabilidad ambiental, entre ellos el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO). Este fenómeno, en sus dos fases —condiciones frías (La Niña) y cálidas (El Niño)—, puede tener efectos tanto negativos como positivos sobre la distribución espacial de las especies. Por ejemplo, en los peces de pico (marlines y pez vela) se ha observado que durante las fases de La Niña su distribución se restringe hacia aguas ecuatoriales, mientras que en los atunes tropicales las condiciones de El Niño podrían favorecer la supervivencia y el reclutamiento larvario. No obstante, estos efectos pueden variar significativamente en especies más vulnerables, como los tiburones.

Tal es el caso del tiburón martillo o cornuda común (*Sphyrna lewini*), considerada una especie vulnerable ante estos eventos, ya que refleja cambios en sus patrones de distribución y abundancia, con disminuciones durante eventos fuertes de El Niño y aumentos durante eventos de La Niña. Esta especie es pelágico-costera y semiocéanica, con una distribución circumglobal y mayor presencia en aguas tropicales y subtropicales (Figura 1). Prefiere hábitats asociados a montes submarinos, islas oceánicas y zonas arrecifales. Su dieta está compuesta principalmente por peces óseos, tortugas, cefalópodos y crustáceos. Es una especie vivípara que puede dar a luz entre una y quince crías por camada.

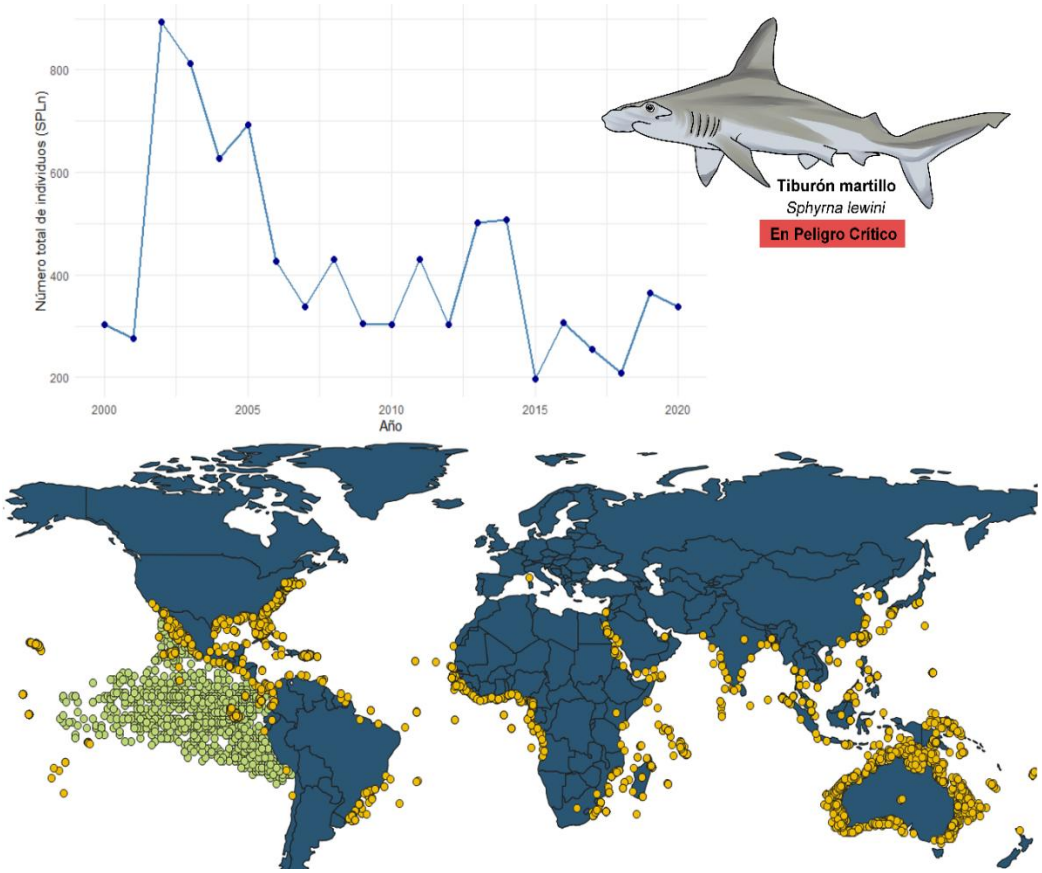


Figura 1. Posición geográfica (puntos verdes) y registro de las capturas incidentales del tiburón Martillo (*Sphyrna lewini*) reportadas por barcos cerqueros de clase 4 a 6 (>182 toneladas), según los registros de la Comisión Interamericana del Atún Tropical en el Océano Pacífico Oriental durante 2000-2020, así como registros de presencia obtenidos del portal Global Biodiversity Information Facility (puntos amarillos).

Entre las principales amenazas que enfrenta el tiburón martillo se encuentra la pesca artesanal, de la cual se obtienen productos derivados como las aletas y el aceite de hígado. Asimismo, es capturado de manera incidental por pesquerías industriales, como la de cerco en el OPO. De acuerdo con los registros de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), basados únicamente en embarcaciones cerqueras de clases 4 a 6, se ha observado que las capturas de esta especie han mostrado fluctuaciones a lo largo de los años, alcanzando sus valores más altos en 2002 y 2003, cuando se registraron más de 800 individuos (Figura 1). Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), debido a la alta presión pesquera y a sus características biológicas, las poblaciones de esta especie han disminuido a nivel mundial, motivo por el cual ha sido catalogada como "***En peligro crítico***".

Debido al estado crítico que presentan sus poblaciones, se han destinado esfuerzos para la conservación de esta especie. En este contexto, comprender el efecto de la variabilidad ambiental sobre su distribución resulta fundamental para evaluar el estado actual de sus poblaciones. Además, esta información es necesaria para diseñar estrategias de conservación orientadas a reducir la captura incidental de especies en peligro crítico, en concordancia con los principales objetivos de la CIAT: disminuir los niveles de captura incidental. Bajo esta premisa, en este trabajo se infieren los efectos de la variabilidad ambiental sobre la distribución del tiburón martillo, mediante la aplicación de modelos de distribución de especies en el OPO, considerando tres escenarios ambientales: frío, neutral y cálido. Los modelos se desarrollaron utilizando el software MaxEnt, el cual emplea registros de presencia y los relaciona con variables ambientales. A partir de las anomalías de la temperatura superficial del mar dentro del OPO, se identificaron tres escenarios ambientales a lo largo de una serie temporal comprendida entre 2000 y 2020. Como registros de presencia del tiburón martillo se utilizaron los lances de embarcaciones de clases 4 a 6 que reportaron capturas incidentales de esta especie. Dichos registros incluían información sobre el número de organismos capturados (agrupados en cuadrantes de un grado), la longitud y la latitud, el año, el mes y otros datos asociados. Para aproximar la distribución de la especie, se consideraron variables ambientales de importancia ecológica, tales como la concentración de clorofila-*a* (CHL), el grosor de la capa de mezcla, el oxígeno disuelto, la temperatura superficial del mar (TSM) y la salinidad. Todas estas variables fisicoquímicas fueron descargadas de la plataforma *Copernicus Marine Service* de la Unión Europea.

De acuerdo con la distribución de los lances con capturas incidentales, independientemente de los escenarios ambientales, estos se concentraron principalmente en aguas ecuatoriales, frente a las costas de Perú, en la costa occidental de la península de Baja California y en el sur del Golfo de California. Se observó una mayor concentración de lances durante las condiciones cálidas (Figura 2).

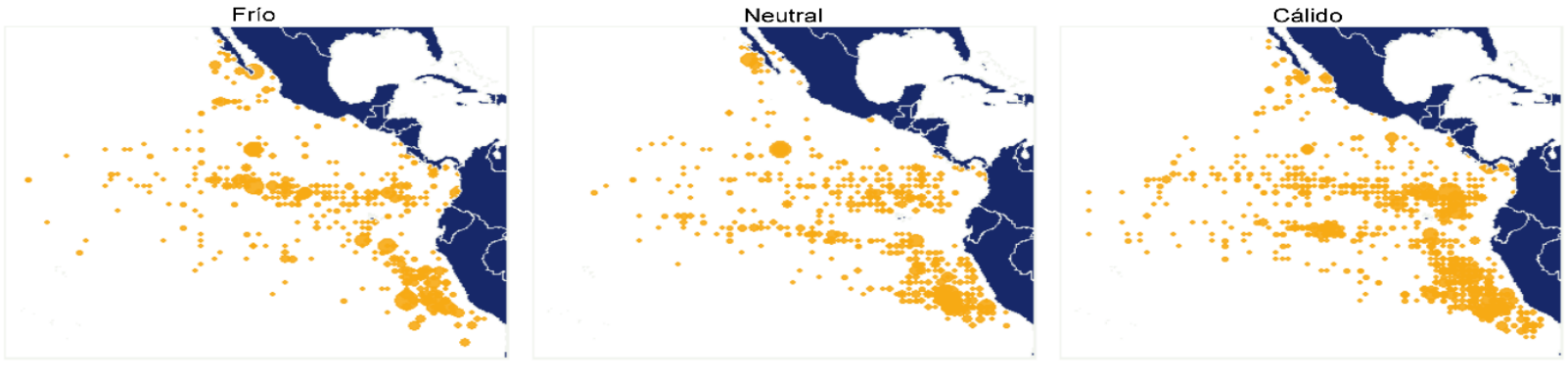


Figura 2. Distribución de los lances de barcos de cerco con capturas del tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), acorde a los tres escenarios ambientales. Los círculos más grandes representan mayor número de individuos capturados.

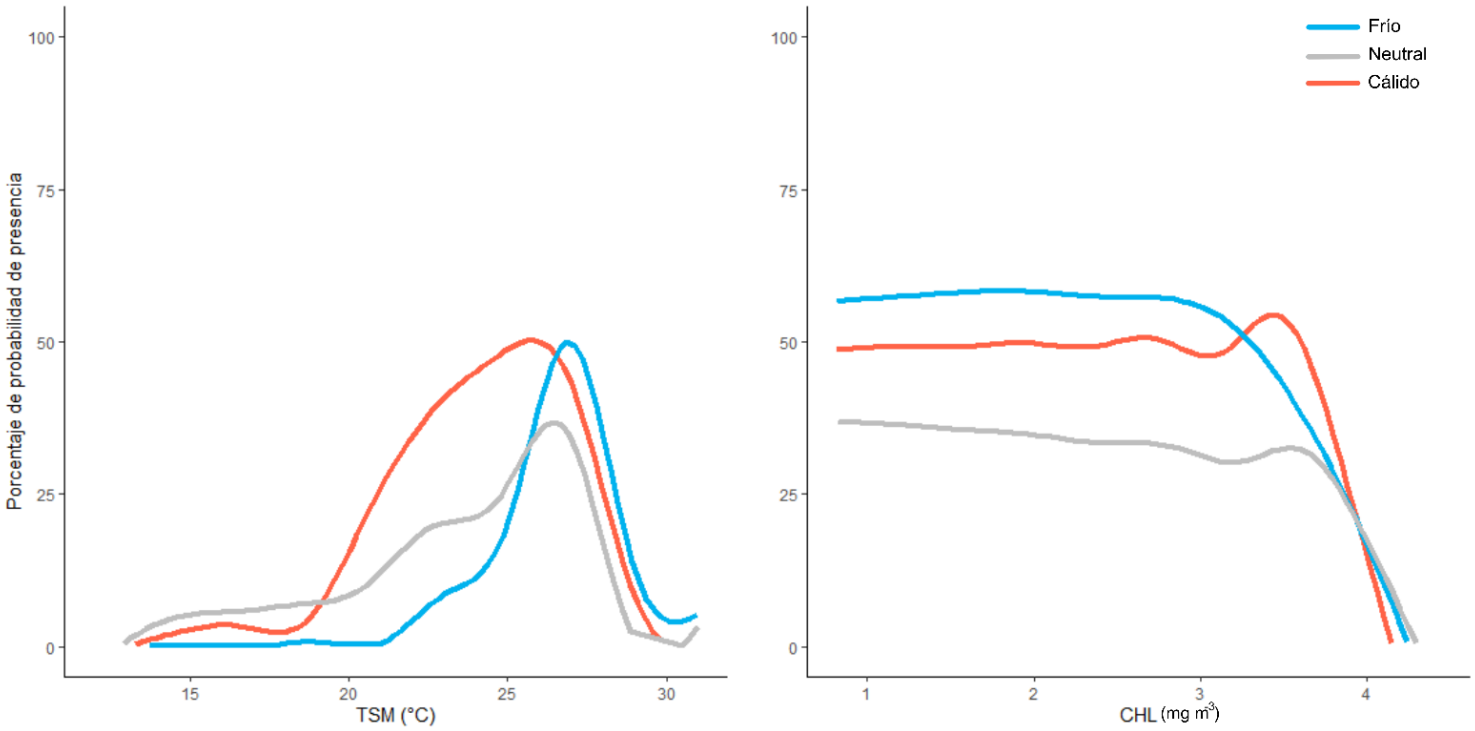


Figura 3. Curvas de respuestas de la probabilidad de presencia del tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) asociada a la temperatura superficial del mar (TSM) y la concentración de clorofila-*a* (CHL), acorde a los tres escenarios ambientales.

Por otra parte, se observó que la variable con mayor aporte en el desarrollo de los modelos fue la clorofila-*a*, con contribuciones superiores al 50 %. Aunque la TSM no presentó las mayores aportaciones (con un máximo del 18 %), esta variable resulta esencial para explicar la influencia de la variabilidad ambiental en la distribución horizontal y vertical de la especie. Por ello, se describen únicamente las curvas de respuesta de estas dos variables, mostrando la relación entre la probabilidad de presencia y valores de la TSM y CHL (Figura 3). En el caso de la temperatura, se observa que durante condiciones frías la probabilidad de presencia es más restringida, alcanzando su valor máximo (~50 %) a temperaturas superiores a los 25 °C. En contraste, bajo condiciones cálidas, la curva es más amplia, y presenta un pico más pronunciado alrededor de los 25 °C. En condiciones neutrales, la probabilidad no alcanza el 50 %, aunque también muestra un máximo ligeramente por encima de los 25 °C.

En cuanto a la clorofila-*a*, su concentración varía de acuerdo con los distintos escenarios ambientales. En los escenarios fríos y neutrales se observa una disminución en la probabilidad de presencia conforme aumenta la concentración de clorofila-*a*, mientras que en el escenario cálido se registra un pico bien definido entre los 3 y 4 mg m^{-3}.

Los mapas de distribución se elaboraron considerando dos escenarios de predicción: uno que abarca el 95 % de la probabilidad de presencia y otro más estricto, correspondiente al 50 % (Figura 4). En las distribuciones más restrictivas, las áreas de mayor probabilidad de presencia se concentraron a lo largo de las aguas ecuatoriales, cerca de las islas Galápagos, frente a las costas de Colombia y Perú, y frente al sur de México.

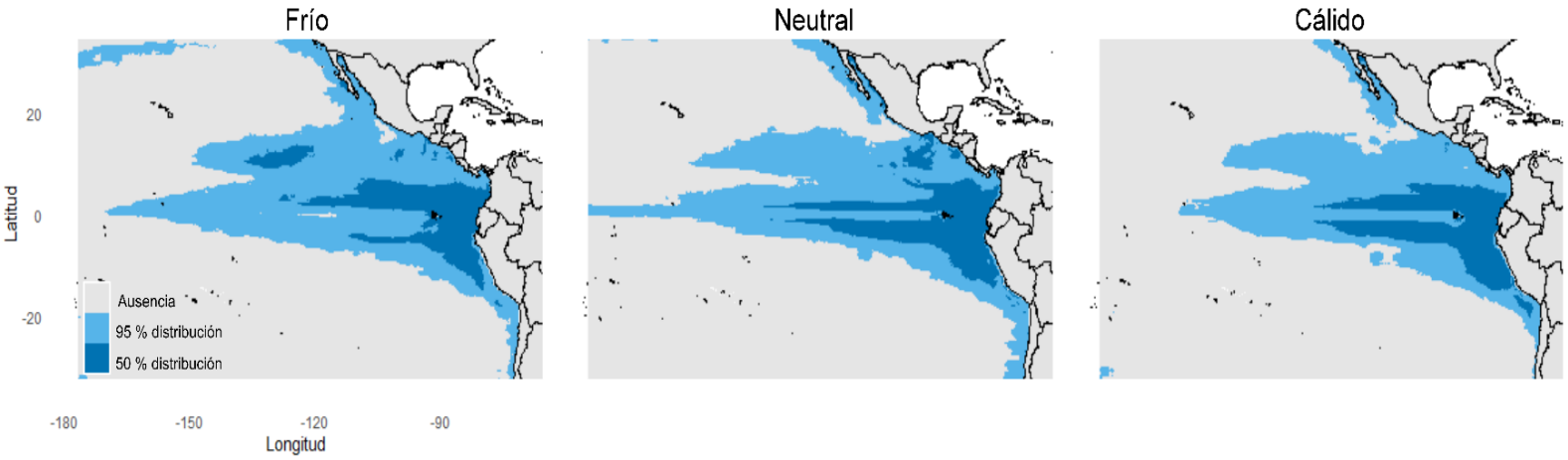


Figura 4. Distribución potencial del tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) en el Océano Pacífico Oriental, mostrando el 95 % de la predicción de distribución y un escenario más estricto del 50 % de la predicción.

Estos mapas muestran que, bajo el escenario frío, la distribución del tiburón martillo es más amplia, con presencia en aguas oceánicas cercanas a los 30° N y extendiéndose más allá de los 150° O. En cambio, durante condiciones cálidas, la distribución se restringe considerablemente. Este patrón coincide con lo reportado en la literatura, donde se ha observado una disminución en la abundancia y distribución de la especie durante eventos cálidos y un incremento durante condiciones frías.

Algunos de los procesos biológicos del tiburón martillo en el OPO han sido descritos, incluyendo sus migraciones reproductivas, sus adaptaciones alimentarias ante eventos como El Niño y sus agregaciones en islas oceánicas. No obstante, aún existen muchos aspectos biológicos básicos y macroecológicos que requieren ser comprendidos, especialmente porque se encuentra catalogada como "***En peligro de extinción"*** y que se están llevando a cabo esfuerzos de conservación.

Por lo tanto, comprender cómo la variabilidad ambiental puede afectar la disponibilidad espacial del tiburón martillo es de gran relevancia. En primer lugar, esta información puede ser incorporada en la gestión con enfoque ecosistémico, considerando a esta especie vulnerable por su papel regulador dentro de las cadenas tróficas. Asimismo, información como la generada en el presente estudio es fundamental para el desarrollo de estrategias de gestión dinámica adaptadas a las condiciones ambientales, lo que constituye una alternativa adecuada para especies altamente migratorias.

EFECTOS DEL FENÓMENO "EL NIÑO" EN LA PESQUERÍA DEL ATÚN ALETA AZUL

Michel Dreyfus y Martha Betancourt
PNAAPD

INTRODUCCIÓN

Biología

El atún aleta azul de los océanos Pacífico y Atlántico alguna vez fueron considerados una sola especie, formando dos subespecies (*Thunnus thynnus orientalis* y *Thunnus thynnus thynnus*, respectivamente), pero ahora se reconocen como especies separadas (*Thunnus orientalis* y *Thunnus thynnus*, respectivamente) basados en información genética y estudios morfométricos (Collette 1999).

Las principales zonas de desove del PBF se encuentran en el Océano Pacífico Norte occidental (WPO): una es en aguas entre las Islas Ryukyu en Japón y el este de Taiwán, otra está en el parte sur del Mar de Japón (Schaefer 2001), y la otra posible está alrededor del área de transición Kuroshio-Oyashio en la zona costera del noreste de Japón (Ohshimo et al. 2018, Tanaka et al. 2020 en ISC, 2022) .

El análisis elemental de los otolitos indicó que los atunes aleta azul (PBF, por sus siglas en inglés) adultos capturados en las aguas alrededor de Taiwán provienen de ambas zonas de desove (Rooker et al. 2021). Especímenes de PBF de 1 año de edad capturados en el Océano Pacífico oriental (OPO) también se originaron en ambas zonas de desove utilizando los oligoelementos en los otolitos (Wells et al. 2020). Estos hallazgos sugieren que el PBF comprende una población única porque no hay diferencias significativas en el origen natal entre dos zonas de distribución al oeste y este del Pacifico.

Distribución y movimiento

El PBF se distribuye principalmente en latitudes subtropicales y templadas entre 20° N y 50°N, pero ocasionalmente se encuentran en aguas tropicales y en el hemisferio sur. Los movimientos del PBF se encuentran entre los mejor documentados de cualquier especie altamente migratoria a pesar de grandes variaciones interanuales de movimiento (número de migrantes, momento de la migración y rutas migratorias). Por lo general, los adultos maduros en el Océano Pacífico Occidental (OPOC) tienden a desplazarse hacia el norte en busca de áreas de alimentación después del desove, aunque una minoría de peces también opta por migrar hacia el sur o el este (Itoh 2006). Dependiendo de las condiciones oceanográficas, una porción desconocida de organismos inmaduros de edades 1 a 3 en el OPOC realizan una migración estacional hacia el este (en sentido de las manecillas del reloj) a través del Océano Pacifico Norte (Madigan et al. 2017), pasando hasta varios años como juveniles en el OPO antes de regresar al OPOC (Inagake et al. 2001). Mientras el PBF está en el OPO, los juveniles realizan movimientos estacionales de norte a sur a lo largo de la costa oeste de América del Norte (Boustany et al., 2010). Durante primavera el PBF reside en las aguas frente a la costa sur de Baja California, y a medida que las aguas se calientan en verano, el PBF se mueve hacia el norte. Después de pasar 3-4 años en el OPO, el PBF se mueve hacia el oeste con el propósito de desovar (Boustany et al., 2010, ISC).

Reclutamiento

Aunque la relación stock-reclutamiento (SRR) es un principio central en el manejo de las pesquerías (Hilborn y Walters, 1992), es ampliamente reconocido que los factores ambientales pueden y causan una variabilidad significativa en el reclutamiento. En muchas especies, el reclutamiento parece variar en gran medida independientemente de la biomasa del

stock de desove (Lowerre-Barbieri et al., 2017), o cambiar su relación con la biomasa de desove con el tiempo (Britten et al., 2016). Esto es notorio en el PBF donde las hembras maduras desovan millones de huevos en una temporada.

Variables ambientales

En investigaciones de modelado ecológico, se ha descubierto que organismos vivos (individuos, poblaciones o ecosistemas) y sus interacciones tróficas, depende de su entorno abiótico) clima o condición del agua. Se han encontrado relaciones, reales y causales, entre variables climáticas, oceanográficas y ambientes locales (Hare y Mantua, 2000).

La variabilidad climática global de los océanos y la atmósfera —como los eventos ENSO (El Niño y La Niña), caracterizados por cambios significativos en la temperatura superficial del mar (SST), el nivel del mar y otras condiciones ambientales en el Pacífico suroriental durante periodos prolongados— genera variabilidad ambiental (VA) a diferentes escalas espaciales y temporales, la cual retroalimenta e influye nuevamente en la variabilidad climática global (Paeth et al., 2003).

El cambio climático está contribuyendo a condiciones en algunos ecosistemas marinos en gran parte sin precedentes (Hoegh-Guldberg y Bruno, 2010), y es probable que haya un cambio direccional adicional en el futuro. Aunque existe una gran cantidad de investigaciones que vinculan las condiciones ambientales con la distribución de diversas etapas de vida de las especies de peces en el contexto del cambio climático (Hazen et al., 2013).

METODOLOGIA

Se analizaron posibles efectos de cambios ambientales en el nivel de reclutamiento. Para esto se usaron dos técnicas:

Se utilizó el modelo de mapa auto organizativo (SOM) y un modelo Modelo Generalizado Aditivo (GAM) para relacionar el reclutamiento estimado por el grupo de evaluación de atún aleta azul del ISC en su última evaluación del 2022 con base a los índices ambientales y a la temperatura de las zonas donde por corrientes son desplazados los huevos fertilizados en el área de desove a las costas occidental y oriental de Japón.

Un Modelo Generalizado Aditivo (GAM) es una herramienta estadística que se utiliza para comprender cómo diferentes variables afectan un resultado. Con los datos ambientales que se descargaron (temperatura, índices) se busca entender cómo influyen en los datos de captura de las tres zonas. Un GAM descompone este problema en partes más manejables. En lugar de tratar todas las variables juntas, considera cada variable por separado. Crea una función para cada variable que muestra cómo esa variable podría estar relacionada con el resultado. Estas funciones pueden ser curvas suaves, lo que significa que no se adhieren a una forma específica como una línea recta. Posteriormente, el GAM combina todas estas funciones individuales de las variables en una ecuación "aditiva". La parte "aditiva" significa que el modelo suma todas las contribuciones juntas para predecir el resultado final. Cada función contribuye en función de cómo se relaciona con los datos. Se utilizó además, una técnica de inteligencia artificial para detectar patrones llamado Mapa AutoOrganizativo (Self Organizing Map o SOM). Es un procedimiento de aprendizaje análogo al de aprendizaje del cerebro a través de las conexiones de las neuronas y proceso de excitación e inhibición de las conexiones. El modelo SOM está compuesto por dos capas de neuronas. La capa de entrada (formada por N neuronas, una por cada variable de entrada) se encarga de recibir y transmitir a la capa de salida la información procedente del exterior. La capa de salida (formada por M neuronas) es la encargada de procesar la información y formar el mapa de rasgos. Normalmente, las neuronas de la capa de salida se organizan en forma de mapa bidimensional.

Se obtuvieron los siguientes índices ambientales:

- Índice Niño Oceánico (ONI) https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
- Índice de Oscilación sur (SOI) https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/enso/soi
- Índice multivariado de El Niño/Oscilación del Sur (MEI) https://psl.noaa.gov/enso/mei/
- Índice de Oscilación del Pacifico (PDO)
- https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/pdo/
- Índices de surgencia https://upwell.pfeg.noaa.gov/products/PFEL/modeled/indices/upwelling/upwelling.html

del periodo 1952 al 2020 y se definió un cuadrante de 1°x 1° de latitud y longitud para extraer las temperaturas superficiales. Las tres zonas de extracción fueron: parte norte (36.5° lat, 135.5° lon en el mar de Japón), parte central (30.5° lat, 134.5 lon en Nagasaki) y parte sur (26.5° lat, 127.5 lon, Islas Nansei) donde se da el desarrollo de larvas y prejuveniles (Fig. 1). De estas tres zonas se obtuvieron los promedios mensuales de la temperatura superficial (SST) y se trabajó a una escala trimestral.

Las estimaciones históricas del reclutamiento han fluctuado desde 1952 sin una tendencia aparente. No se encontró autocorrelación significativa en las estimaciones de reclutamiento, lo que respalda el uso en las proyecciones de reclutamiento muestreado al azar de la serie temporal histórica (ISC, 2022)

RESULTADOS SOM

Se generaron vectores con la variable dependiente (reclutamiento) y todas las variables independientes (índices ambientales y temperatura de 3 cuadrantes) a nivel trimestral. Se realizaron varias pruebas con el modelo SOM y se descartaron diversas variables que no mostraron ninguna relación con el nivel de reclutamiento. Al finalizar, el mejor modelo encontrado es el que se muestra en la figura 2, en que se descartaron diversas variables y periodos de datos que no mostraron ningún tipo de asociación con la variable dependiente. Se aprecian 3 agrupaciones, dos con niveles bajos de reclutamiento asociado con niveles altos del índice PDO y temperaturas inferiores y una agrupación de reclutamientos altos asociados a temperaturas mayores y el PDO bajo (solo con los índices del tercer y cuarto trimestre).

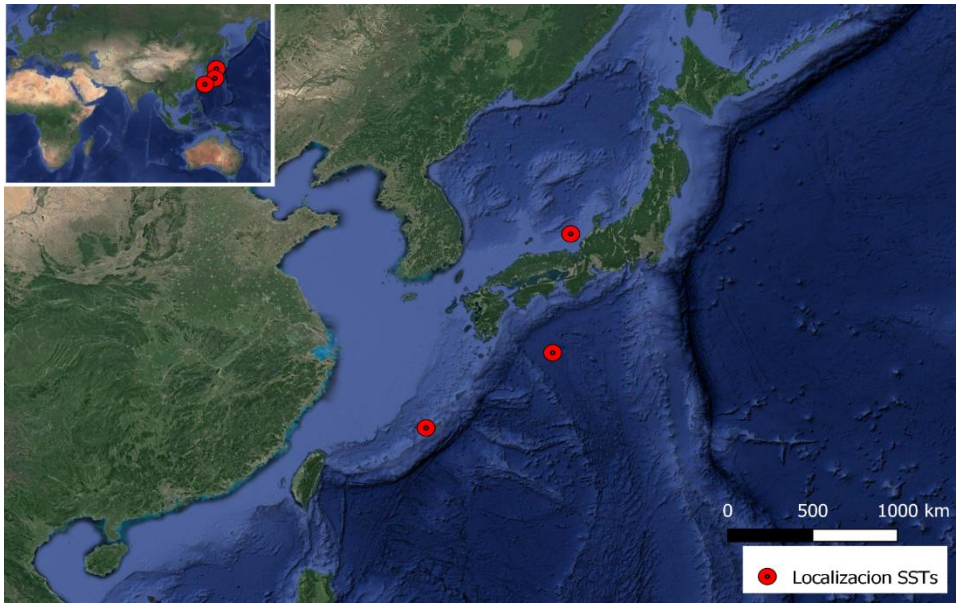


Figura 1. Mapa de la localización de donde se extrajo la información de la temperatura superficial de la zona de estudio del Reclutamiento.

Se generaron vectores con la variable dependiente (reclutamiento) y todas las variables independientes (índices ambientales y temperatura de 3 cuadrantes) a nivel trimestral.

Se realizaron varias pruebas con el modelo SOM y se descartaron diversas variables que no mostraron ninguna relación con el nivel de reclutamiento. Al finalizar, el mejor modelo encontrado es el que se muestra en la figura 2, en que se descartaron diversas variables y periodos de datos que no mostraron ningún tipo de asociación con la variable dependiente. Se aprecian 3 agrupaciones, dos con niveles bajos de reclutamiento asociado con niveles altos del índice PDO y temperaturas inferiores y una agrupación de reclutamientos altos asociados a temperaturas mayores y el PDO bajo (solo con los índices del tercer y cuarto trimestre).

Se estandarizaron los datos de estas variables al rango 0-1 con la finalidad de ver la posible correlación (figuras 3 a 6), observando en este análisis más sencillo que la temperatura en el cuadrante "norte" presenta una correlación más fuerte (ver tabla I) con el reclutamiento, pero explica por sí solo un 20% de la variabilidad. El modelo SOM parece indicar de mejor manera la asociación de fenómenos que este análisis. Posiblemente debido a que las relaciones entre reclutamiento y los efectos que causan los factores ambientales no son lineales.

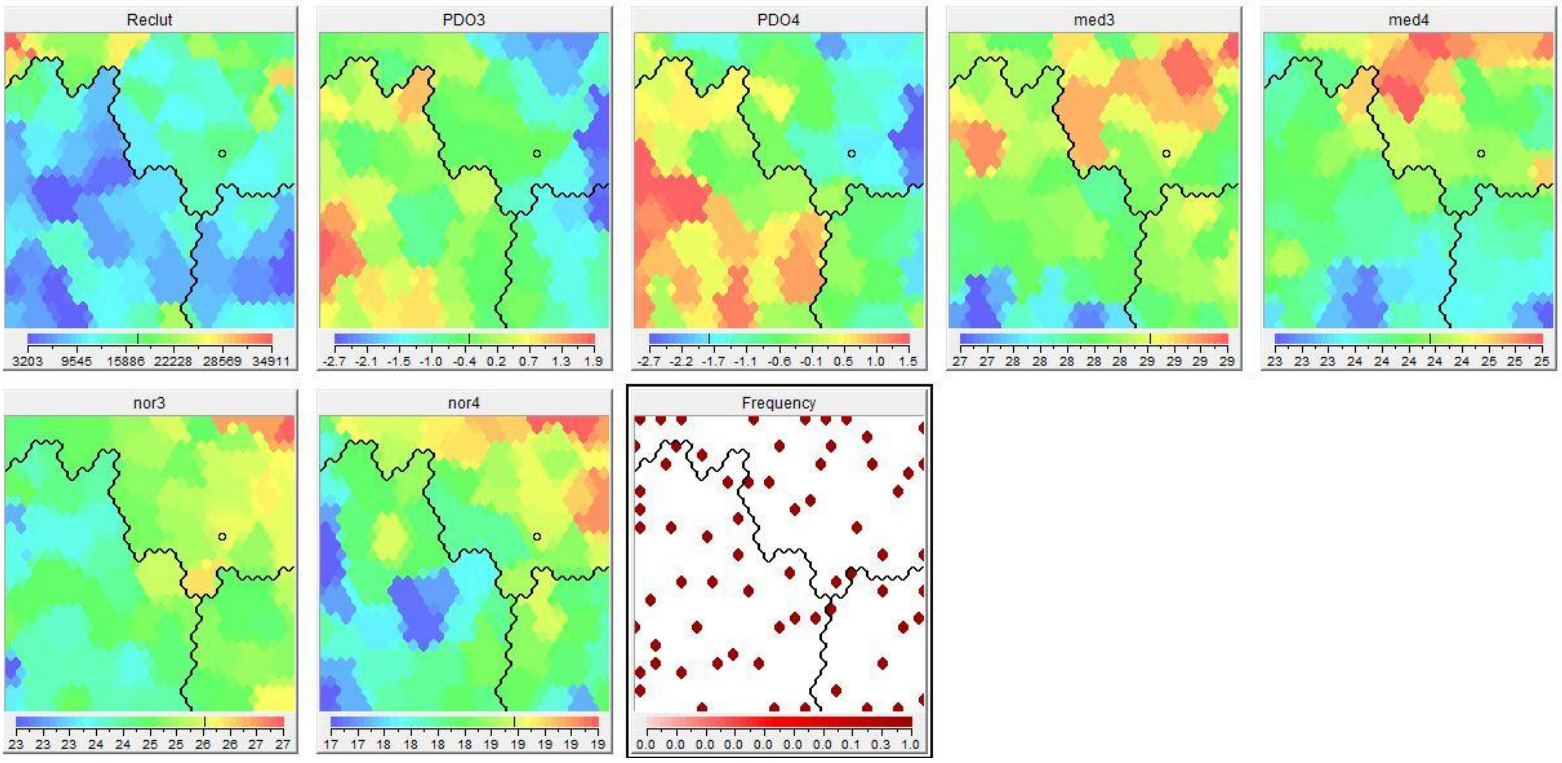


Figura 2. Mapa auto organizativo de vectores con Reclutamiento, PDO del tercer y cuarto trimestre y temperatura de los 3 cuadrantes seleccionados del Pacifico occidental del tercer y cuarto trimestre. El cuadro de frecuencias, indica la posición en el mapa de los vectores que se utilizaron.

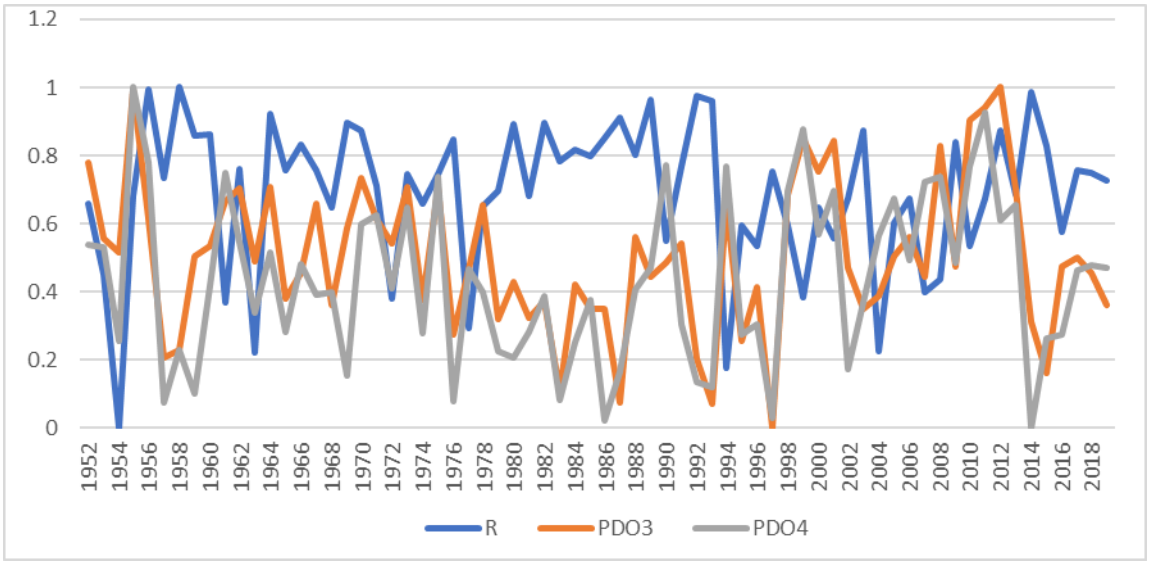


Figura 3. Series de tiempo de reclutamiento de atún aleta azul y el índice PDO del tercer y cuarto trimestre de 1952 a 2020

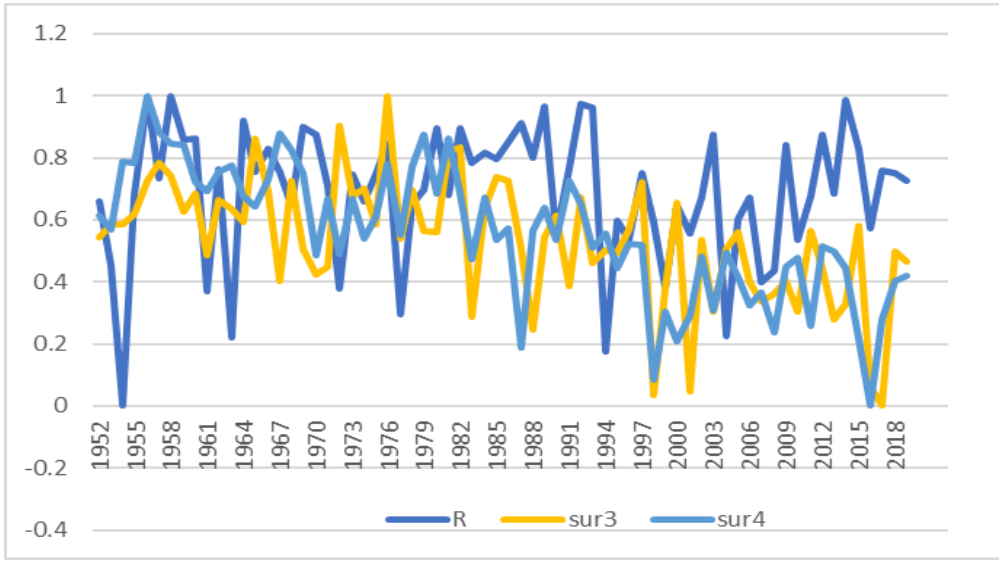


Figura 4. Series de tiempo de reclutamiento de atún aleta azul y la temperatura promedio del cuadrante "sur" del tercer y cuarto trimestre de 1952 a 2020

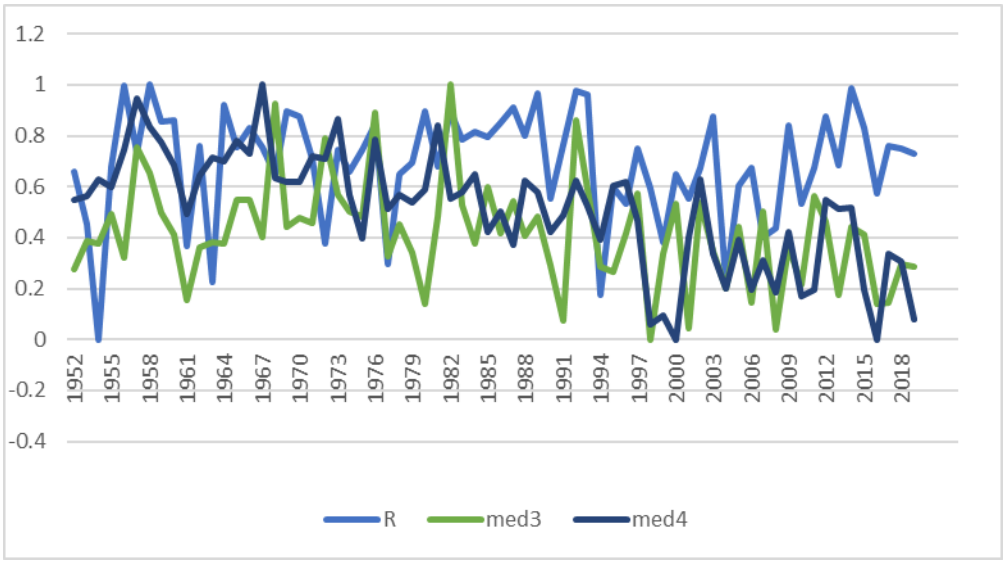


Figura 5. Series de tiempo de reclutamiento de atún aleta azul y la temperatura promedio del cuadrante "medio" del tercer y cuarto trimestre de 1952 a 2020

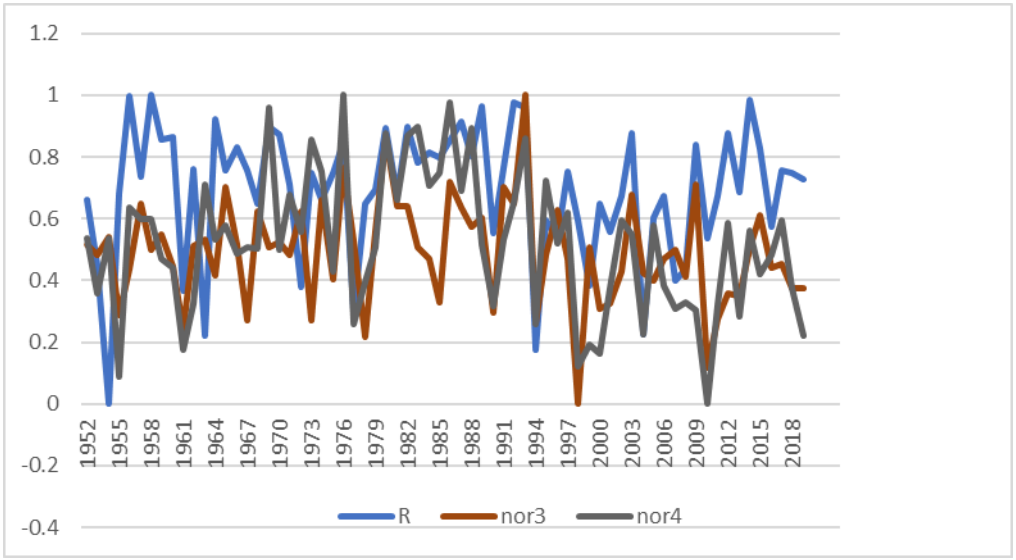


Figura 6. Series de tiempo de reclutamiento de atún aleta azul y la temperatura promedio del cuadrante "norte" del tercer y cuarto trimestre de 1952 a 2020

Tabla I. Correlaciones entre el reclutamiento estimado de atún aleta azul en la evaluación del 2022 y cada una de las variables ambientales detectadas como relevantes por el SOM.

RvsPDO3	RvsPDO4	RvsSUR3	RvsSUR4	RvsMED3	RvsMED4	RvsNOR3	RvsNOR4
-0.26441162	-0.36326333	0.12292451	0.15542297	0.31071672	0.2672428	0.31140647	0.45460272

RESULTADOS GAM

De manera similar al trabajo de la sardina, se realizaron distintas pruebas con los modelos GAM para observar qué modelo tendría mayor varianza explicada. Se realizaron pruebas modificando las variables de predicciones y los parámetros de los GAMs, así como un desfase de 6 meses. El modelo que involucró todos los parámetros (temperaturas e índices ambientales respecto al reclutamiento) fue el que mejores resultados dió. El modelo tuvo una variación ajustada de *68.3%* y una R ajustada de *0.509*. En la tabla II se presentan los parámetros utilizados en el modelo, donde el "p-value" indica la significancia de cada variable, y en la fig. 7 de manera visual se observa si la predicción (línea punteada) se asemeja a los datos reales (línea sólida).

Tabla II. Resultado del modelo que tuvo mayor varianza explicada y lista de los parámetros utilizados en el GAM.

	df	p-value
s(ONI)	8.259	0.02588*
s(PDO)	4.452	0.07230.
s(SOI)	1.000	0.10629
s(sur)	8.370	0.00793**
s(med)	1.000	0.34718
s(nor)	1.000	0.02824*

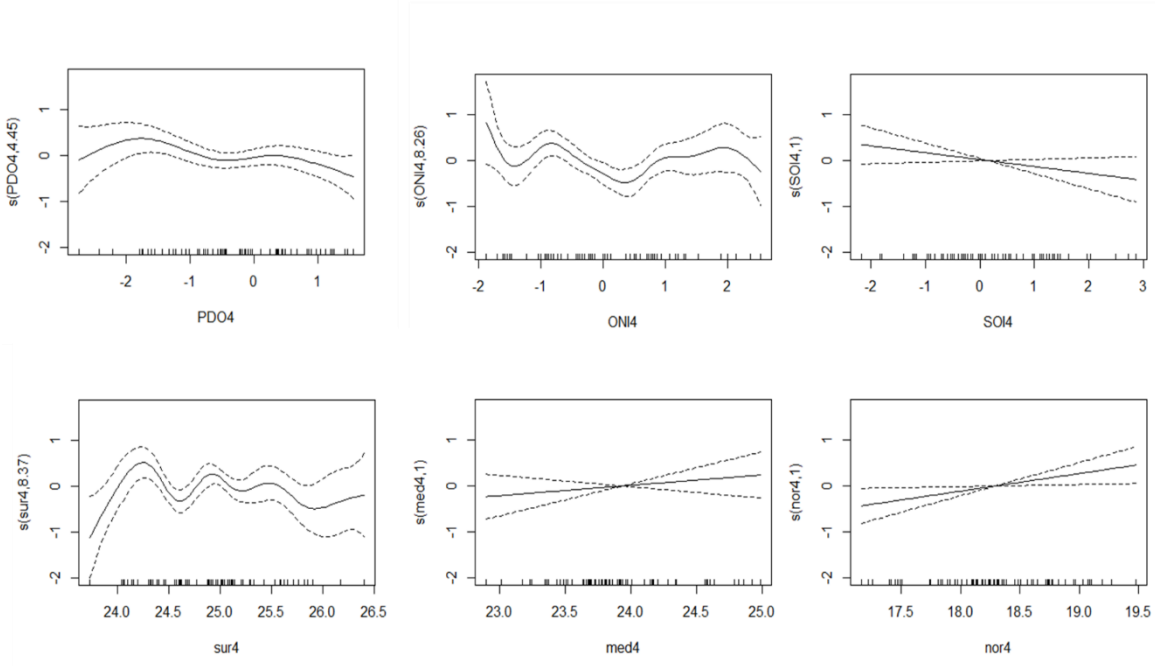


Figura 7. Presentación visual del resultado de las variables ambientales obtenidas en el modelo. Línea punteada indica la predicción del modelo conforme a los datos reales.

Las simulaciones sugieren que, si existe una relación sólida entre las condiciones ambientales y el reclutamiento, la incorporación de predictores ambientales en el proceso de evaluación podría proporcionar advertencias tempranas sobre la disminución de la productividad del stock, permitiendo una gestión pesquera más efectiva y mayores rendimientos (por ejemplo, Tommasi et al., 2017a)[1].

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los modelos que pueden incorporar fenómenos con interacciones no lineales resultaron valiosos para detectar relaciones entre variables ambientales y biológicas.

Las simulaciones sugieren que, sí existe una relación sólida entre las condiciones ambientales y el reclutamiento. La incorporación de predictores ambientales en el proceso de evaluación podría proporcionar advertencias tempranas sobre la disminución de la productividad del stock, permitiendo una gestión pesquera más efectiva y mayores rendimientos.

Sí hubo diferencias entre el SOM y el GAM al igual que coincidencias. Ambos modelos coinciden en que la temperatura de las zonas donde se encuentran los pre-reclutas es indicativa del nivel de reclutamiento. En el caso de los índices, el SOM detectó al PDO como relevante mientras que en el GAM este tuvo un nivel bajo de significancia y el ONI fue detectado como el índice más importante.

En particular el modelo GAM logró explicar una varianza de 68.3%, lo que es un resultado muy relevante comparado con otros trabajos que tienen que ver con medio ambiente y biología.

Existe un trabajo previo del 2018 (Muhling *et al*., 2018)[2] que intenta hacer la misma predicción que la realizada en este trabajo y determinó que la temperatura tiene un efecto importante en el nivel de reclutamiento, posiblemente debido a condiciones del hábitat para los juveniles.

En particular, el hecho de que la temperatura relativamente alta favorezca a los pre-reclutas puede deberse al crecimiento más rápido que puede reducir la depredación de larvas o pre-reclutas.

Se podría profundizar en el tema de predicción de reclutamiento que tiene efectos en la abundancia y en la presencia de juveniles en las costas de Baja California, analizando distintas ventanas temporales y espaciales y la incorporación de otras variables oceanográficas. La finalidad sería la de predecir el nivel de reclutamiento futuro y no solo explicar las relaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Boustany A., Matteson R., Castleton M., Farwell C. and Block B. 2010. Movements of pacific bluefin tuna (Thunnus orientalis) in the Eastern North Pacific

Britten, G. L., Dowd, M., and Worm, B. 2016. Changing recruitment capacity in global fish stocks. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113: 134–139.

Collette B.B. 1999. Mackerels, molecules, and morphology. In Séret, B and J.-Y.Sire (eds.), Proceedings of 5th Indo-Pacific Fish Conference, Nouméa, New Caledonia, 1997. Société Française d'Ichthyologie, Paris, France. 149-164.

Esparaza-Castro, O. 2014. Análisis de los movimientos de atún aleta azul del Pacífico (Thunnus orientalis) mediante marcas electrónicas en relación al hábitat de la Corriente de California. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.147pp.

[1]Tommasi, D., Stock, C. A., Alexander, M. A., Yang, X., Rosati, A., & Vecchi, G. A. (2017). Multi-annual climate predictions for fisheries: an assessment of skill of sea surface temperature forecasts for large marine ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, *4*, 201.

[2] Muhling, B. A., Tommasi, D., Ohshimo, S., Alexander, M. A., & DiNardo, G. (2018). Regional-scale surface temperature variability allows prediction of Pacific bluefin tuna recruitment. ICES Journal of Marine Science, 75(4), 1341-1352.

Hazen, E. L., Jorgensen, S., Rykaczewski, R. R., Bograd, S. J., Foley, D. G., Jonsen, I. D., Shaffer, S. A., et al. 2013. Predicted habitat shifts of Pacific top predators in a changing climate. Nature Climate Change, 3: 234–238.

Hilborn, R., and Walters, C. J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2:177–178.

Hoegh-Guldberg, O., and Bruno, J. F. 2010. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. Science, 328: 1523–1528.

Inagake D., Yamada H., Segawa K., Okazaki M., Nitta A. and Itoh T. 2001. Migration of young bluefin tuna, Thunnus orientalis Temminck et Schlegel, through archival tagging experiments and its relation with oceanographic condition in the western North Pacific. Bull. Natl. Res. Inst. Far Seas Fish. 38: 53-81.

ISC. 2022. Stock assessment of Pacific Bluefin tuna (Thunnus orientalis) in the Pacific Ocean in 2022.

Itoh T. 2006. Sizes of adult bluefin tuna Thunnus orientalis in different areas of the western Pacific Ocean. Fish. Sci. 72: 53–62.

Lowerre-Barbieri, S., DeCelles, G., Pepin, P., Catala´n, I. A., Muhling, B., Erisman, B., Cadrin, S. X., et al. 2017. Reproductive resilience: a paradigm shift in understanding spawner-recruit systems in exploited marine fish. Fish and Fisheries, 18: 285–312.

Madigan D. J., Boustany A. and Collette B. B. 2017. East not least for Pacific bluefin tuna. Science 357:356–357.

Muhling, B. A., Tommasi, D., Ohshimo, S., Alexander, M. A., & DiNardo, G. (2018). Regional-scale surface temperature variability allows prediction of Pacific bluefin tuna recruitment. ICES Journal of Marine Science, 75(4), 1341-1352.

Schaefer K. 2001. Reproductive biology of tunas. pp 225-270 in Tuna - Physiology, Ecology, and Evolution. (B. A. Block and E. D. Stevens, eds.), Academic Press, San Diego, 225-270.

Wells R.J.D., Mohan J.A., Dewar H. Rooker J.R., Tanaka Y., Snodgrass O.E., Kohin S., Miller N.R., and Ohshimo S. 2020. Natal origin of Pacific bluefin tuna from the California Current Large Marine Ecosystem. Biology letters 16:20190878

¿POR QUÉ LOS PELÁGICOS MAYORES SOSTIENEN LA SALUD DEL ECOSISTEMA MARINO?

Amairani Hernández-Aparicio & Sofía Ortega-García
Instituto Politécnico Nacional – Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas



Figura 1. Marlín azul (*Makaira nigricans*) en su hábitat natural. Imagen tomada de Pelagicgear ®.

Los pelágicos mayores se consideran depredadores marinos debido a la posición trófica que ocupan dentro del ecosistema. Poseen un cuerpo grande, ágil y aerodinámico, adaptado para la vida en aguas abiertas, lo que les permite cazar con gran rapidez a sus presas. Se distribuyen principalmente en aguas tropicales y subtropicales de los océanos, en la zona pelágica y en profundidades situadas por encima de la termoclina. Entre las especies que integran este grupo se encuentran los tiburones, los peces de pico o picudos, los atunes y el dorado (*Coryphaena hippurus*, también conocido como mahi mahi. Además de su importante función ecológica, los pelágicos mayores constituyen una parte fundamental de las pesquerías al tener un alto valor comercial, tanto como especies objetivo como en la captura incidental.

Los pelágicos mayores no solo representan recursos pesqueros de gran importancia, sino que también desempeñan un papel fundamental como reguladores ecológicos, al controlar la abundancia de otras especies (sus presas) y, con ello, influir en la productividad, la estructura y estabilidad del ecosistema. Sin embargo, su alta demanda en las pesquerías los coloca en una situación vulnerable, lo que puede alterar el equilibrio que mantienen en el ambiente marino.

Cada una de sus interacciones resulta esencial, y la desaparición de alguno de estos depredadores puede provocar cambios se reflejen en toda la red trófica- Esta red ilustra cómo la energía y los nutrientes fluyen entre las diferentes especies que lo componen, describiendo las interacciones ecológicas (presa-depredador) que ocurren con mayor frecuencia (Pascual & Dunne, 2005) y permite comprender el funcionamiento de los ecosistemas marinos

Su papel ecológico

En una red trófica marina, cada especie cumple un rol funcional que contribuye al equilibrio del ecosistema. En el caso de los pelágicos mayores, estos ocupan niveles tróficos terciarios y cuaternarios (valores entre 4 y 5), lo que significa que regulan a las especies de niveles tróficos intermedios y, al hacerlo, favorecen la coexistencia de distintos grupos funcionales. De manera indirecta mantiene, contribuyen a mantener la diversidad ecológica y a que los ecosistemas sean más resistentes frente a perturbaciones ambientales o de origen antropogénico.

Presentan una dieta amplia y variada que incluye desde pequeños peces. como sardinas, jureles y peces voladores, hasta cefalópodos, como el calamar gigante (Dosidicus gigas) y la langostilla (Pleuroncodes planipes), dos de los recursos más importantes del océano Pacífico oriental. Además, realizan migraciones estacionales en busca de alimento, lo que las convierte en especies con un papel de conexión ecológica entre regiones y ecosistemas. Este tipo de desplazamientos contribuye a mantener la conectividad ecológica de los océanos, un factor clave para su resiliencia.

Modelos de redes tróficas

Los depredadores mayores suelen ser valorados por su gran tamaño o por su valor comercial, pero con frecuencia se presta poca atención a la función ecológica que desempeñan. Los modelos de redes tróficas permiten visualizar lo que ocurre cuando uno o varios de estos depredadores son eliminados de manera virtual y las consecuencias que ésto genera: la conectancia disminuye, los flujos de energía se concentran en un menor número de especies, y la estructura del sistema se vuelve más frágil ante las alteraciones del ecosistema. En cambio, cuando los depredadores se mantienen, la red conserva una distribución más equilibrada, con múltiples rutas de transferencia de energía.

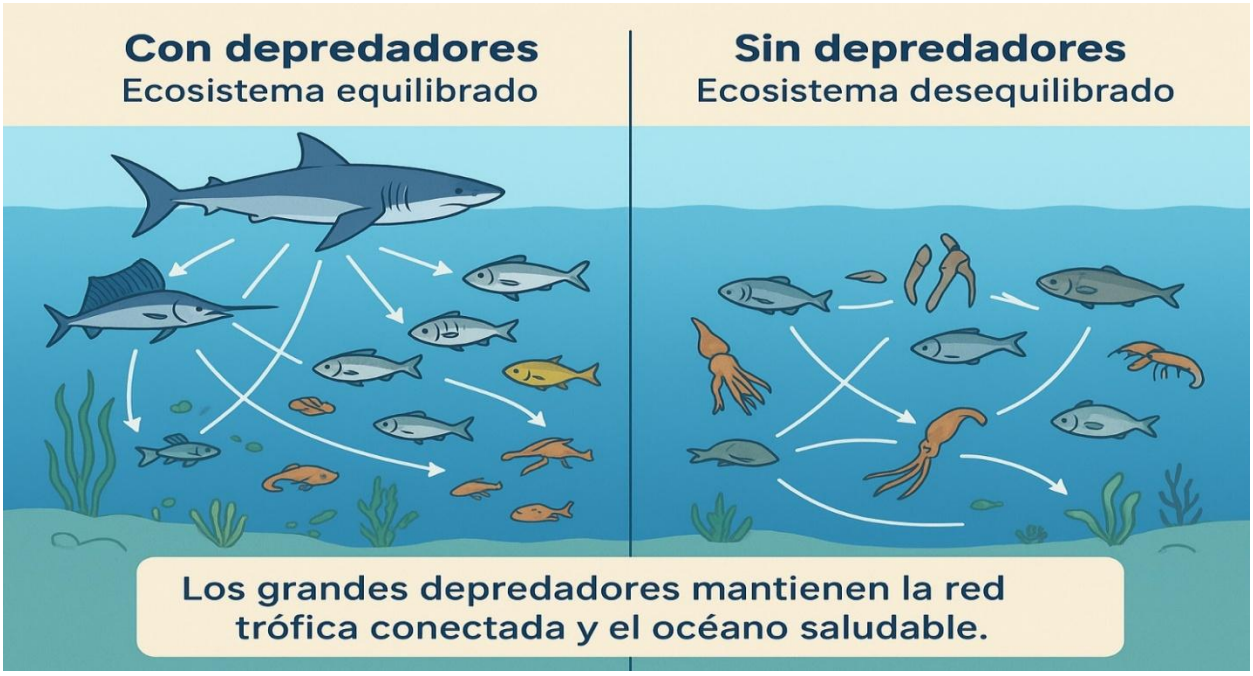


Figura 2. En un ecosistema equilibrado, los depredadores controlan la abundancia de otras especies, lo que beneficia a la biodiversidad, resiliencia y salud del océano. Cuando desaparecen los depredadores, las relaciones tróficas se desequilibran en el ecosistema marino.

Algunas investigaciones han descrito cómo estos cambios afectan la dinámica del ecosistema. Por ejemplo, Dambacher *et al*. (2010) analizaron las dietas de varios depredadores pelágicos en tres regiones del océano Pacífico (región suroeste, centro-occidental y centro-oriental) para identificar las especies influyentes dentro de cada red y agrupar aquellas con roles funcionales equivalentes; así como evaluar las perturbaciones de las especies clave. Los autores encontraron que las tres redes estaban dominadas por especies con un nivel trófico entre 3.5 y 4.5 e identificaron entre 23 y 24 especies en cada una. Además, predijeron que en el océano Pacífico suroccidental y centro-oriental una perturbación sobre el atún aleta amarilla causada por el calentamiento oceánico; podría impactar negativamente tanto en la abundancia de esta especie clave como en la de varios peces de importancia comercial en la región suroeste.

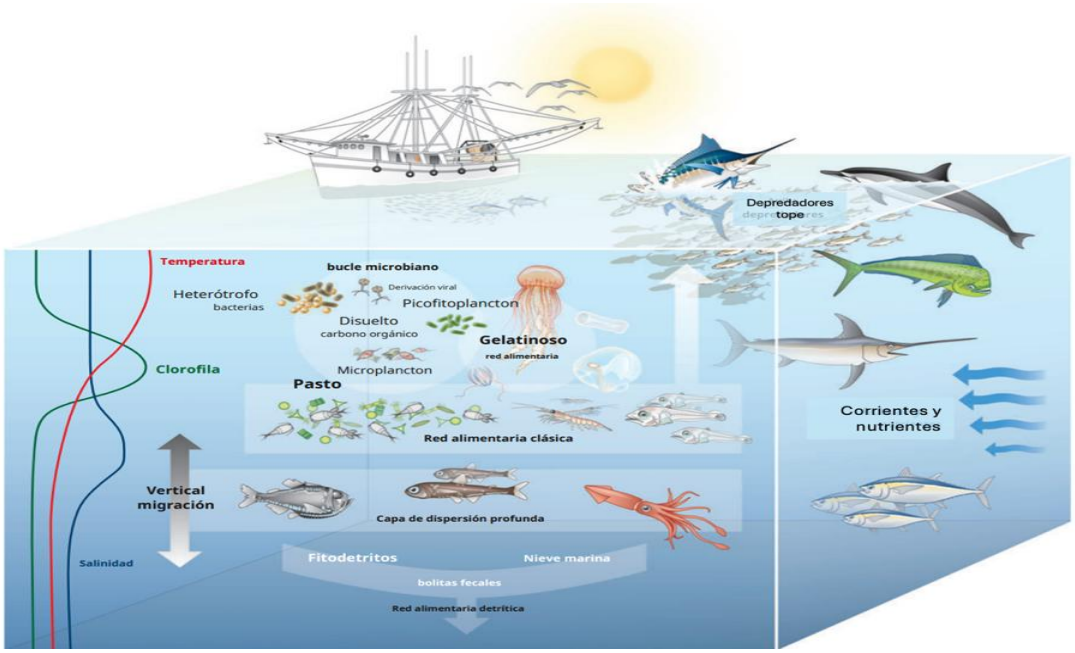


Figura 3. Activos de biodiversidad y procesos ecosistémicos de biomas pelágicos en mares marginales tropicales. (Figura tomada y modificada de McKinnon *et al*., 2014).

McKinnon *et al*. (2014) destacaron el papel de los depredadores pelágicos en la estructura funcional de los denominados "márgenes tropicales", considerados zonas prioritarias para la gestión de la biodiversidad marina. Esta representación coincide con la evidencia de que los pelágicos mayores ocupan posiciones tróficas clave y presentan una alta centralidad dentro de la red alimentaria, manteniendo la integridad estructural del sistema y controlando las rutas de flujo energético.

Amenazas actuales y conclusiones

Las amenazas que enfrentan los pelágicos mayores son diversas e incluyen la sobrepesca, los cambios de la temperatura del mar y en las corrientes oceánicas, la variación en la disponibilidad presas y la contaminación de origen antropogénico, entre otras. A través de sus interacciones predatorias, sus migraciones y el rol funcional que desempeñan, la presencia de estos organismos en las redes tróficas asegura un flujo adecuado de entre los distintos niveles tróficos, al tiempo que contribuye a mantener la diversidad, la estabilidad y la conectividad entre hábitats y regiones a gran escala.

El uso de redes complejas para el estudio de las interacciones ecológicas constituye una herramienta de síntesis que permite comprender el funcionamiento de los ecosistemas. En este contexto, entender el rol funcional de los pelágicos mayores no solo representa una cuestión ecológica, sino también un elemento esencial para el manejo sostenible de sus pesquerías y para garantizar la salud de los ecosistemas marinos.

Literatura consultada

*Figura 1. Tomada el 10 de octubre de 2025 de https://pelagicgear.com/en-mx/blogs/news/species-profile-the-majestic-blue-marlin?srsltid=AfmBOooGjm-PJAR19vW1RzI6np_px0BsfIl-tj_mH4FmvKaPrRc5yhuE

Pascual, M., & Dunne, J. A. (Eds.). 2005. Ecological networks: linking structure to dynamics in food webs. Oxford University Press.

McKinnon, A. D., A. Williams, J. Young, D. Ceccarelli, P. Dunstan, R. J. Brewin, R. Watson, R. Brinkman, M. Cappo, S. Duggan, R. Kelley, K. Ridway, D. Lindsay, D. Gledhill, T. Hutton & A. J. Richardson. 2014. Tropical marginal seas: priority regions for managing marine biodiversity and ecosystem function. *Annual Review of Marine Science*, *6*(1), 415-437. **https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135042**

LA CAPTURA INCIDENTAL DE TIBURONES EN LA PESQUERÍA DE ATÚN CON PALANGRE EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL

Natalia Michelle Melgar-Martínez y Sofía Ortega-García
Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas

El atún representa uno de los recursos marinos más valiosos del mundo, tanto por su relevancia económica como por su aporte a la alimentación humana. Esta importancia lo ha convertido en una de las especies más intensamente explotadas, siendo la flota palangrera una de las principales responsables de su captura a nivel global.

El palangre es un arte de pesca compuesto por una línea principal o línea madre, de la cual se desprenden líneas secundarias denominadas reinales, que en sus extremos portan anzuelos (Figura 1). La línea madre se mantiene a flote mediante boyas, las cuales también sirven para señalar su ubicación. Las dimensiones de un palangre pueden superar los 100 km de longitud y ser desplegadas a profundidades que oscilan entre los 80 y 600 m.

En el Océano Pacífico Oriental (OPO), las flotas atuneras utilizan este arte de pesca para capturar especies como el atún patudo (*Thunnus obesus*), atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), albacora (*Thunnus alalunga*) y pez espada (*Xiphias gladius*). Actualmente, la flota palangrera opera en una zona muy extensa del OPO, que se extiende aproximadamente entre los 40° N y 40° S y desde las costas de América hasta los 150° O (Figura 2). La flota palangrera realiza un considerable esfuerzo pesquero para la captura de estas especies objetivo. Sin embargo, además de dichas capturas también se registran capturas incidentales, es decir, de especies que no constituyen el objetivo principal de la pesquería.

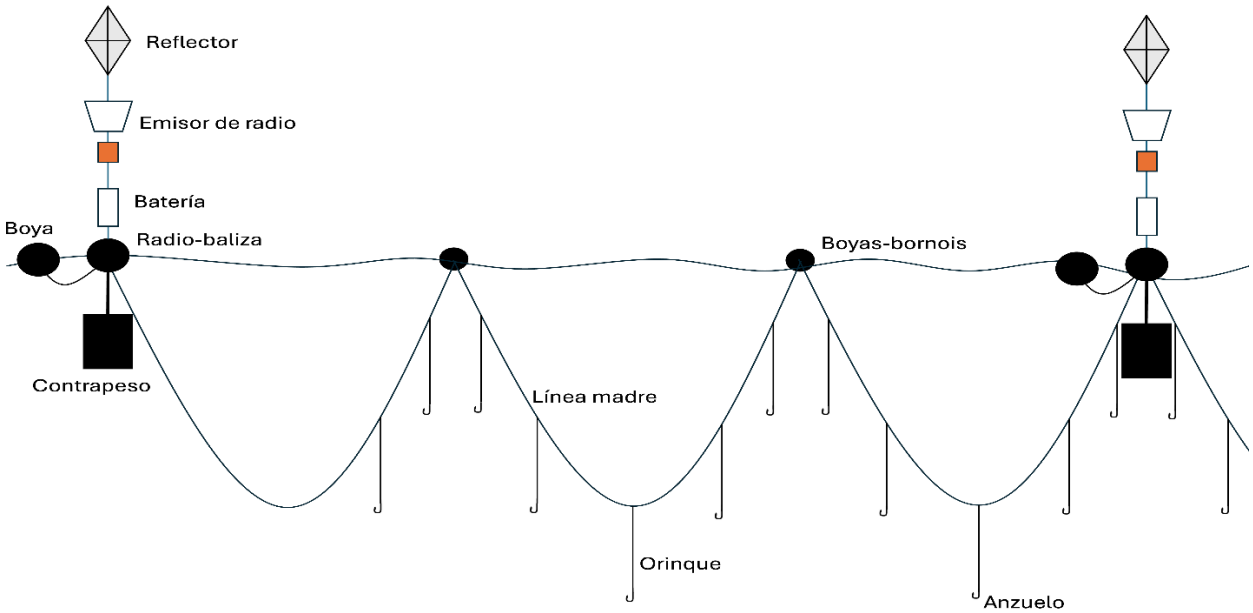


Figura 4. Esquema general de un palangre pelágico.

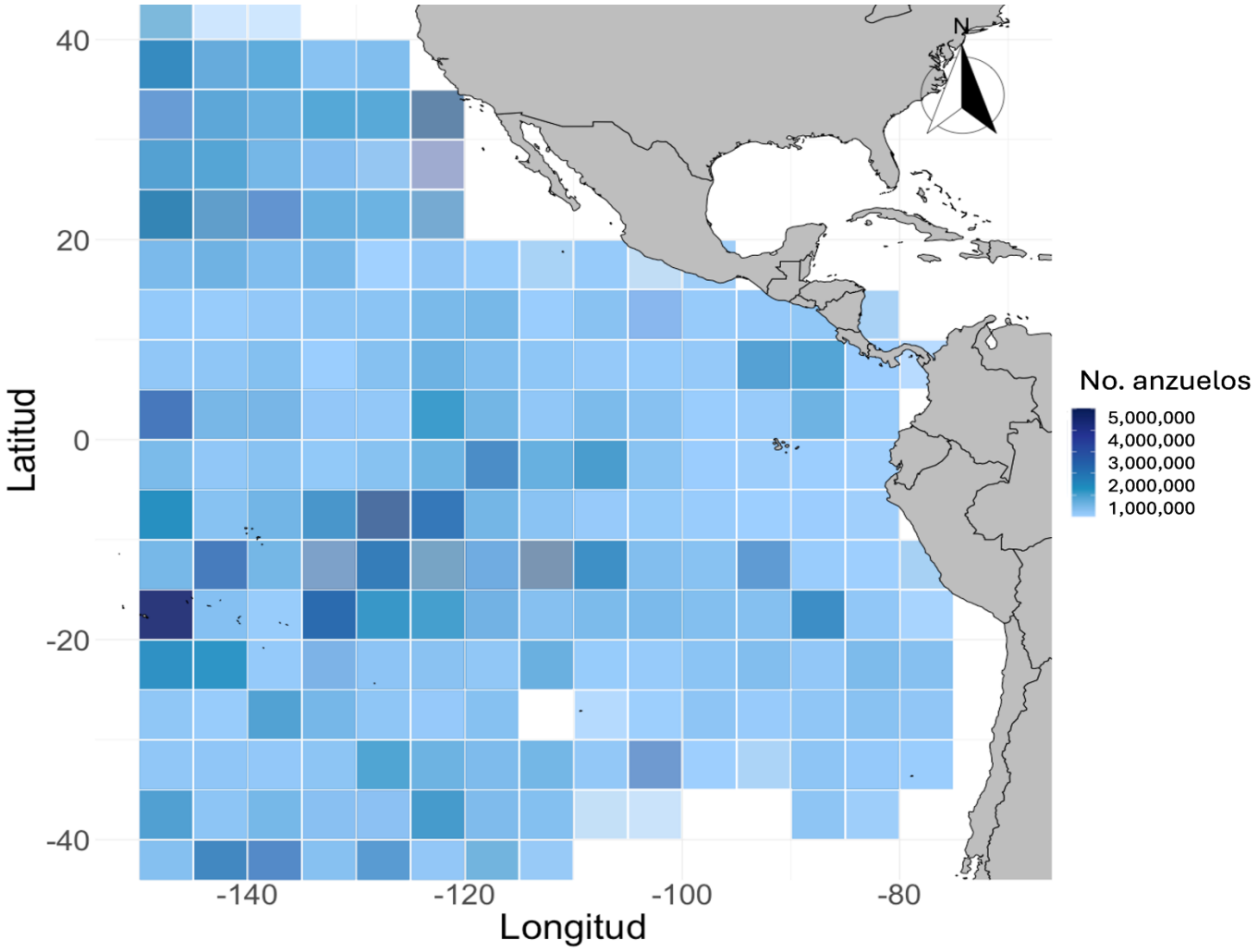


Figura 5. Distribución del esfuerzo pesquero total en cuadrantes de 5° × 5°, realizado por la flota palangrera que operó en el Océano Pacífico Oriental, durante el periodo 2000 – 2020.

La mayoría de estas capturas incidentales está compuesta por depredadores tope, organismos situados en la cima de la red trófica que desempeñan un papel fundamental en el equilibrio del ecosistema marino. Entre ellos destacan los tiburones, siendo las especies más comunes en el OPO el tiburón azul (*Prionace glauca*), el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), el tiburón mako de aleta corta (*Isurus oxyrinchus*) y algunas especies de tiburones zorro (Alopias spp.) (Figura 3).

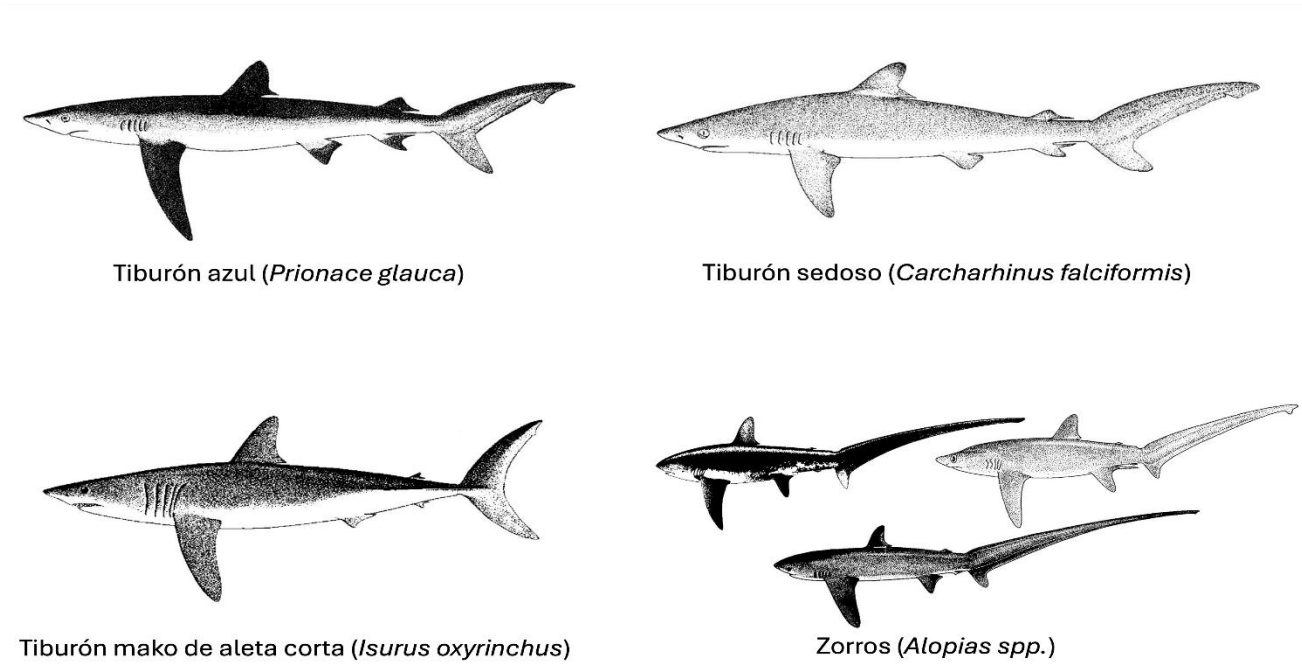


Figura 6. Principales especies de tiburones capturados incidentalmente por la flota palangrera en el Océano Pacífico Oriental.

El tiburón azul domina ampliamente las capturas incidentales, con el 56 % del total, seguido por el tiburón sedoso (34 %), mientras que el tiburón mako (8 %) y los tiburones zorro (2 %) representan proporciones considerablemente menores (Figura 4).

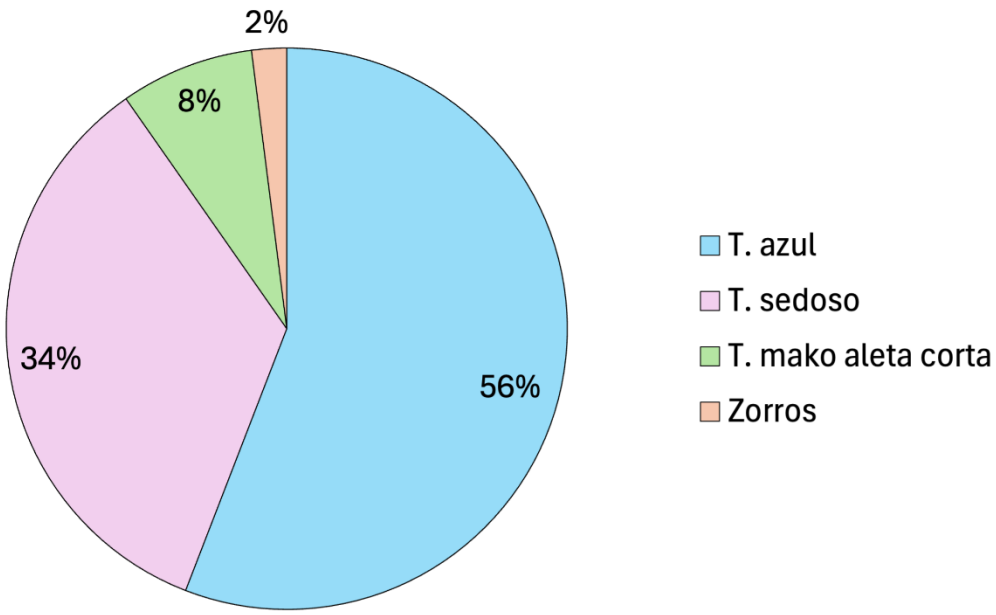


Figura 7. Tiburones capturados incidentalmente por la flota atunera de palangre en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo 2000-2020.

Durante el periodo de 2000 a 2020, el tiburón azul fue la única especie capturada de manera constante a lo largo de todos los años. Sus capturas mostraron una tendencia positiva que alcanzó su punto máximo en 2017, con más de 100,000 organismos registrados (Figura 5). Posteriormente, las capturas disminuyeron hasta 2019 y presentaron una ligera recuperación hacia el final del periodo.

Las otras tres especies principales presentaron patrones distintos. El tiburón mako comenzó a registrarse en 2008, el tiburón sedoso en 2009 y los tiburones zorros en 2012. El tiburón sedoso alcanzó su máximo en 2010, con casi 90,000 organismos capturados, y posteriormente mostró un descenso sostenido durante el resto del periodo (Figura 5). En contraste, el tiburón mako presentó dos repuntes notables en 2013 y 2018, mientras que los tiburones zorros alcanzaron su punto más alto en 2013 y a partir de entonces, siguieron una tendencia descendente similar a la del tiburón sedoso. Cabe aclarar que en los últimos años se han establecido diversas estrategias para la conservación de estas especies, en particular del tiburón sedoso.

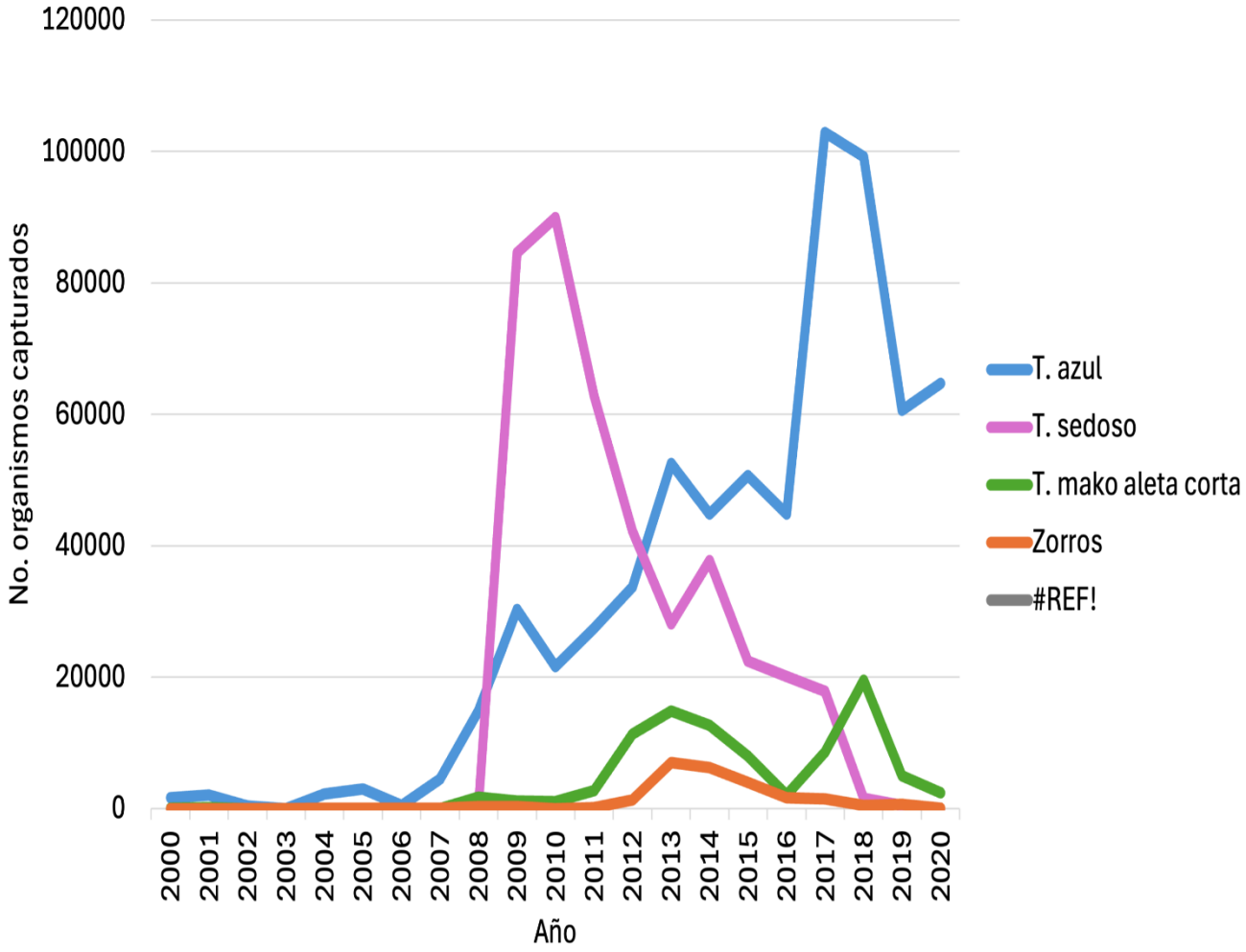


Figura 8. Tendencias de las capturas incidentales de los tiburones más capturados por la flota palangrera que operó en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo 2000-2020.

La distribución espacial de las capturas incidentales varió considerablemente entre especies. En el caso del tiburón azul, sus capturas se extendieron a lo largo de toda la zona de pesca, totalizando 662,426 organismos entre 2000 y 2020, con un promedio de 111 organismos por cuadrante (Figura 6). No obstante, la mayor intensidad de captura se concentró en aguas del sur del OPO, particularmente entre los 40° y 20° S, frente a Chile. En segundo lugar, se ubicó el tiburón sedoso, con 407,916 organismos capturados durante los 20 años. Esta especie reveló una clara preferencia por aguas cálidas, distribuyéndose exclusivamente en la banda tropical comprendida entre los 25° N y 25° S (Figura 7). Con un promedio de 425 organismos por cuadrante, las mayores capturas se registraron en aguas mexicanas, particularmente entre los 5° y 20° N.

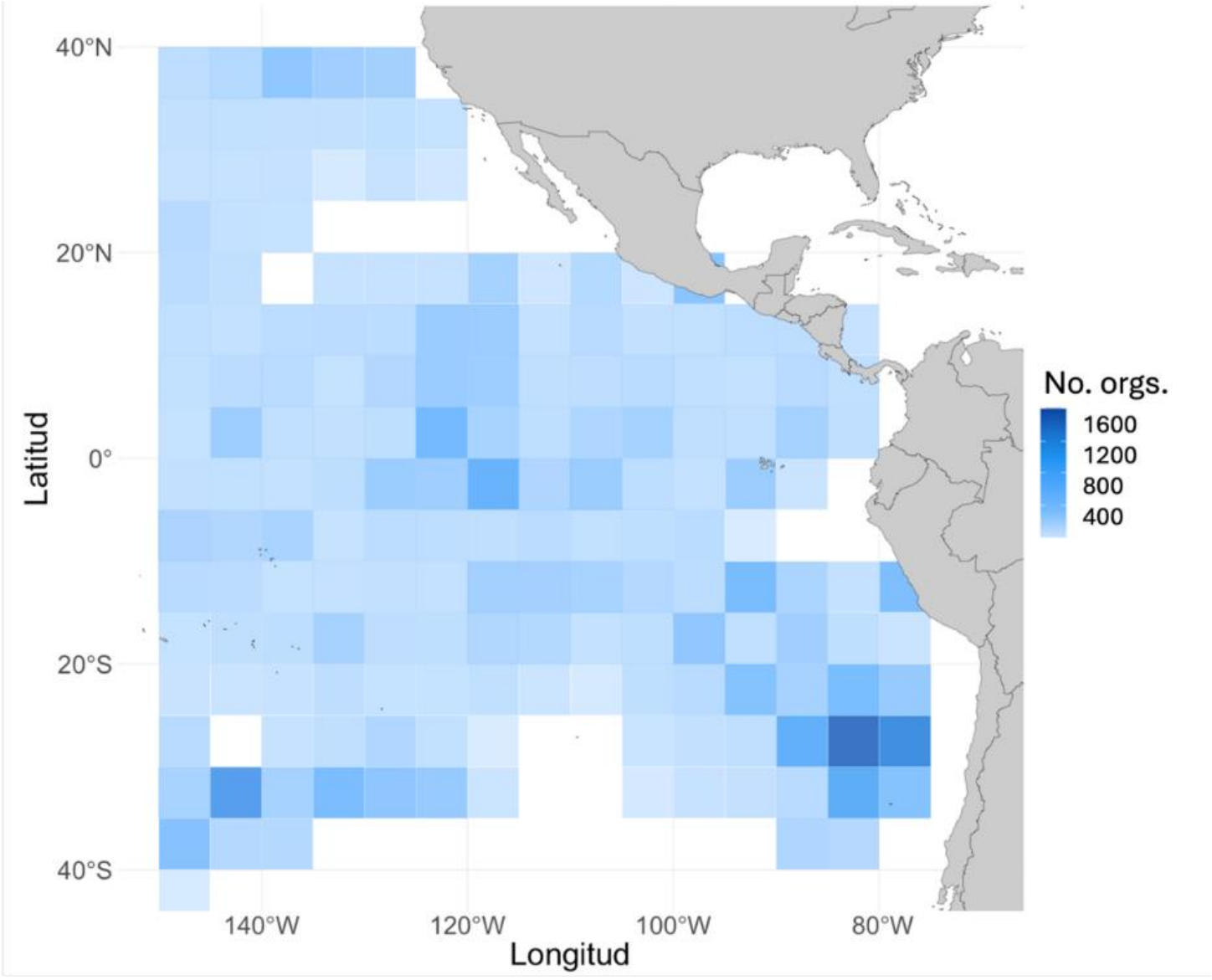
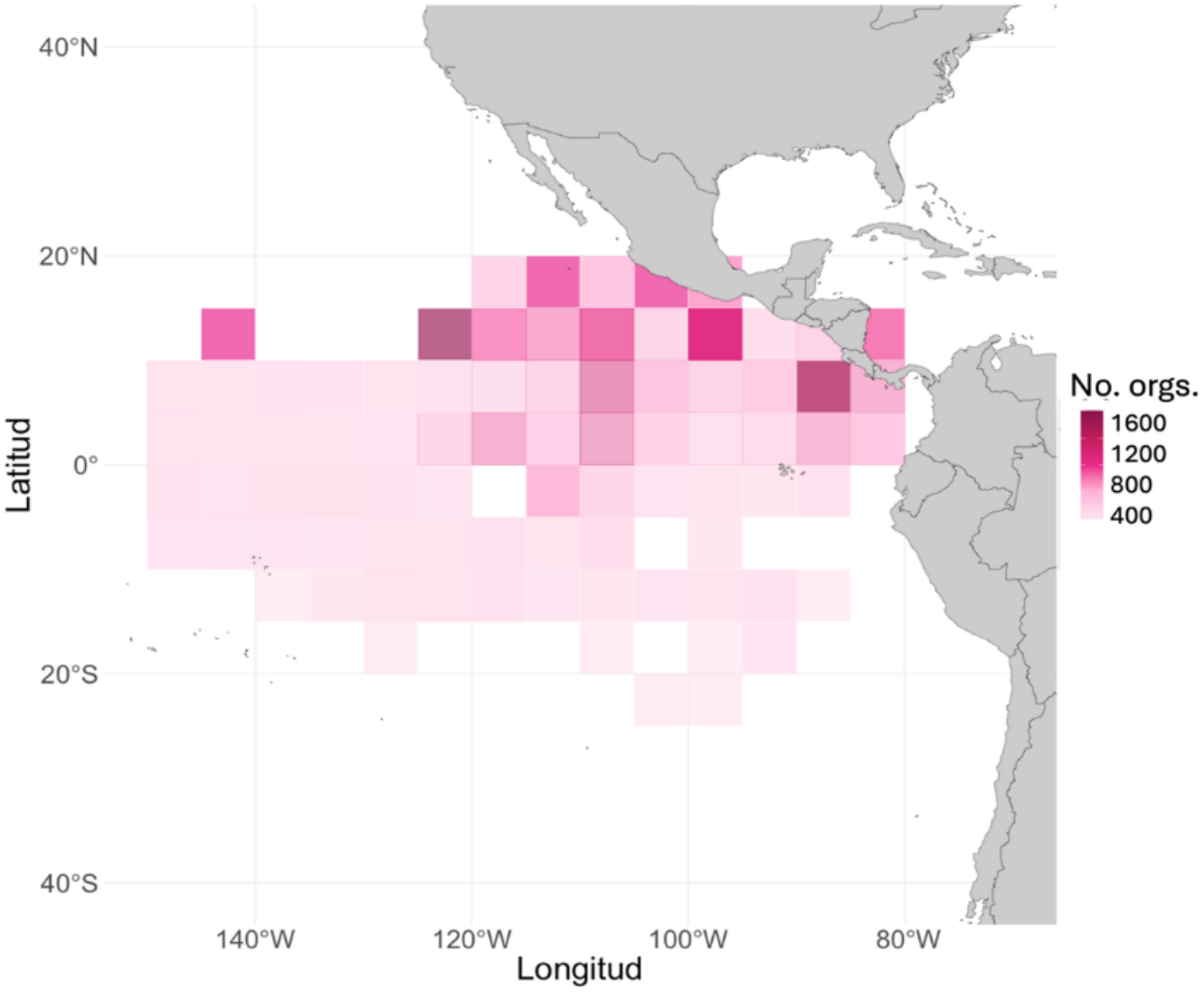


Figura 9. Distribución de las capturas incidentales del tiburón azul (*Prionace glauca*) en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo 2000-2020.



***F*igura 10**. Distribución de las capturas incidentales del tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*) en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo 2000-2020.

El tiburón mako de aleta corta ocupó el tercer lugar con 91,378 organismos capturados. Su distribución fue similar a la del tiburón azul, extendiéndose por casi toda el área de operación de la flota, aunque con mayor presencia en aguas oceánicas alejadas de la costa, más allá de los 100° O (Figura 8). Las capturas cercanas al continente americano se concentraron en la región sur del OPO, frente a Chile. El promedio fue de 37 organismos capturados por cuadrante.

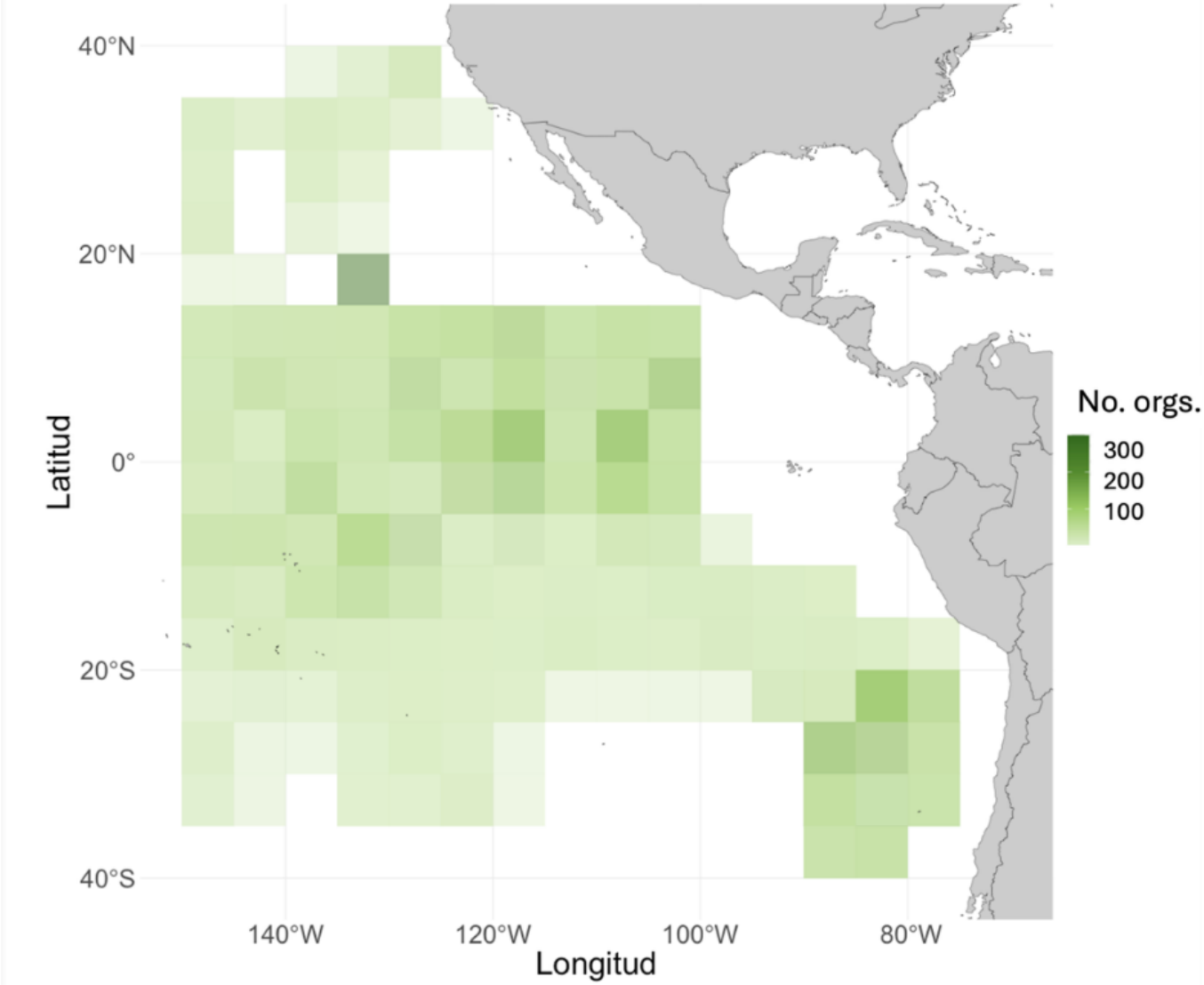


Figura 11. Distribución de las capturas incidentales del tiburón mako de aleta corta (*Isurus oxyrinchus*) en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo 2000-2020.

Finalmente, los tiburones zorros registraron las capturas más bajas, con un promedio de apenas un organismo por cuadrante. Su distribución se concentró al norte de los 20° S, preferentemente en aguas oceánicas, con las mayores densidades registradas en la franja ecuatorial, entre 5° N y 5° S (Figura 9).

Además de estas cuatro especies principales, se han registrado otras capturas incidentales que, en conjunto, representan menos del 1 % del total. A pesar de su baja frecuencia actual, es fundamental mantener un monitoreo continuo de estas capturas, ya que cualquier cambio en su abundancia podría alertar sobre problemas de mayor escala, desde la sobreexplotación de determinadas especies hasta alteraciones en las condiciones ambientales del océano.

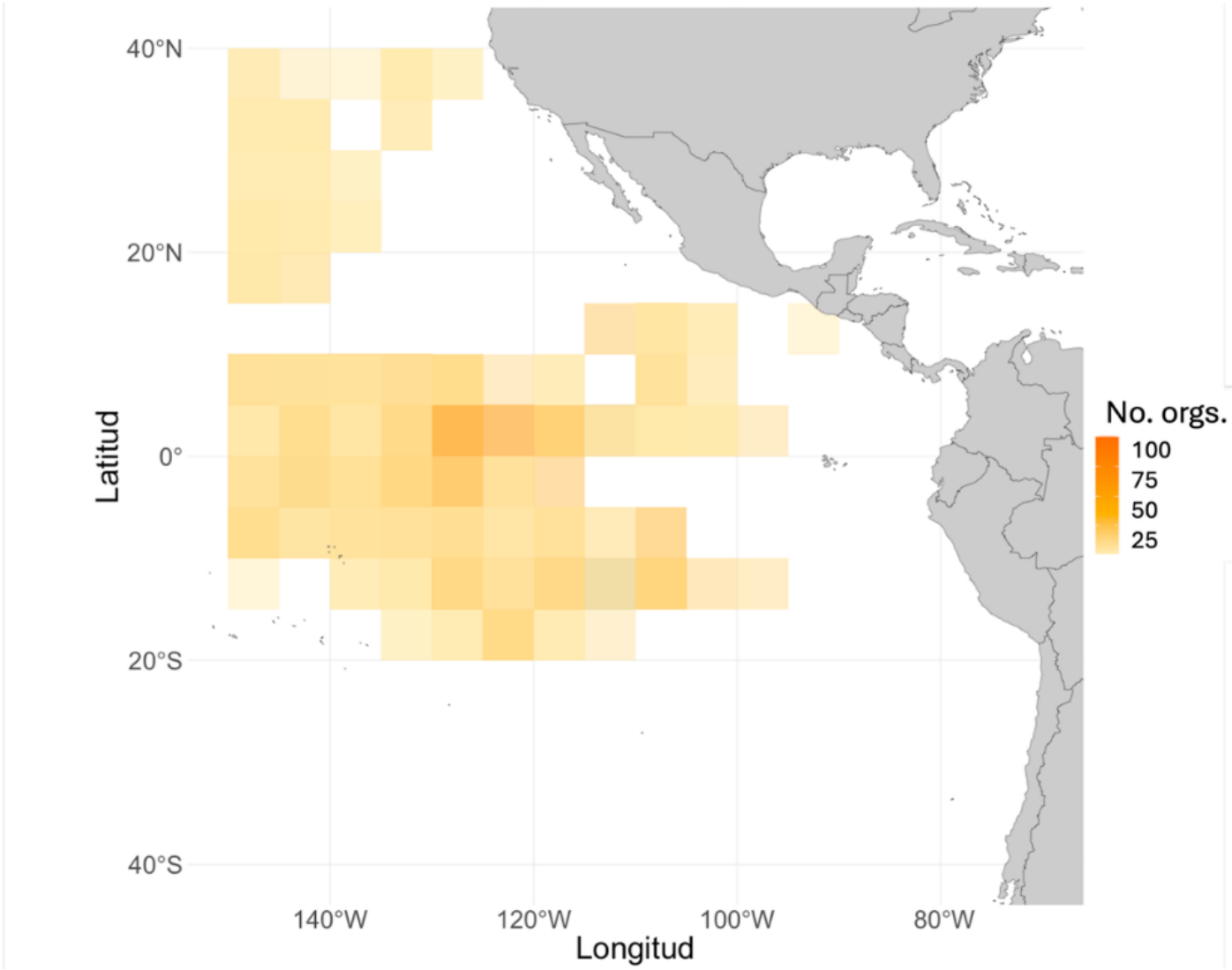


Figura 12. Distribución de las capturas incidentales de los tiburones zorros (Alopias spp.) en el Océano Pacífico Oriental durante el periodo 2000-2020.

TALLAS Y EDADES DE PRIMERA MADUREZ POBLACIONAL (L_{50}/ E_{50}), DE LAS ESPECIES OBJETIVO DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-017-PESC-1994.

Marcela S. Zúñiga-Flores[1,2], Sofía Ortega-García[2], Juan Gabriel Díaz-Uribe[3], Ulianov Jakes-Cota[2]

[1]Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI)
[2]Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
[3]Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuacultura Sustentables

La talla de primera madurez define la ojiva de madurez, la cual permite distinguir la fracción madura de un stock de peces (Cubillos & Alarcón, 2010). Este parámetro es fundamental para estimar la edad óptima de primera captura de una especie y se considera uno de los indicadores biológicos más relevantes en la evaluación y manejo de pesquerías (Trippel & Harvey 1991, Jacob-Cervantes & Aguirre-Villaseñor 2014). Además, cuando se complementa con otros aspectos reproductivos, como el ciclo de desove y la fecundidad, esta información sirve de base para desarrollar herramientas de regulación, como el establecimiento de tallas mínimas de captura (TMC) (Corgos & Freire 2006). Dichas medidas pueden contribuir a proteger el proceso reproductivo de las poblaciones bajo explotación y evitar una sobrepesca por crecimiento y por reclutamiento, mediante la reducción de la presión de la pesca sobre la fracción adulta activamente reproductiva y sobre peces jóvenes (Sivadas *et al*., 2017).

En la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPAS) (DOF, 2007), en su Artículo 68, se establece que las especies de marlines, pez vela, pez espada, pez gallo y dorado, presentes en el Océano Pacifico a excepción del sábalo o chiro que se captura en el Golfo de México, quedan destinadas de manera exclusiva para la pesca deportiva-recreativa, dentro de una franja de cincuenta millas náuticas, contadas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial. Asimismo, se indica que no podrán realizarse actividades de pesca distintas a las de investigación, sobre dichas especies en las áreas de reproducción que la Secretaría determine mediante disposiciones reglamentarias. Complementario a esto, en la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994 (DOF, 1995), que regula las actividades de pesca deportivo recreativa en México, en su Artículo 4.11, se menciona que la práctica de la pesca deportivo-recreativa, queda sujeta a las tallas y pesos mínimos de captura por especie y zona que establezca la autoridad competente con base en las investigaciones científicas que se realicen. Sin embargo, actualmente no existe regulación alguna que defina o establezca las tallas o pesos mínimos de captura, para ninguna de las especies antes mencionadas (DOF, 2022; DOF, 2023).

En esta investigación se recopiló y resumió información bibliográfica de las tallas de primera madurez (L_{50}) de las especies que se capturan predominantemente en la pesca deportiva de Cabo San Lucas, B.C.S. Es importante destacar que, aunque todas las especies son migratorias y con distribución circunglobal, es decir que se encuentran distribuidas en los océanos de todo el mundo, se procuró identificar estudios realizados en aguas aledañas a la región o en el Océano Pacifico (Tabla 1).

Con la finalidad de conocer la edad que corresponde a la talla de primera madurez, se utilizó la fórmula inversa de von Bertalanffy, la cual se describe: $t = -1/k * ln\left(1 - L_{50}/L_{inf}\right) + t_0$, donde, *t* es la edad, *k*, es el coeficiente de crecimiento individual, L_{inf}, es la longitud máxima promedio, L_{50}, es la talla de primera madurez. Dichos parámetros fueron obtenidos para cada especie de la bibliografía enlistada en la tabla 1.Para estimar el peso correspondiente a la talla de primera madurez, se usó la siguiente

formula: $Pt = a * {L_{50}}^{b}$, donde, Pt, es el peso total (kg),

L_{50}, es la talla de primera madurez, a y b, parámetros obtenidos a través de relación peso-longitud de las especies, los cuales, fueron obtenidos de referencias bibliográficas (Tabla 1). Para la conversión del peso de kilos a libras, se multiplico por 2.2, que es lo que equivale 1 kilo en libras.

Las tallas de las especies de pico reportadas en la literatura variaron según la fuente consultada. Para algunas especies la L_{50} se registró en términos de la longitud mandibular furcal (LMF) mientras que para otras se registró como longitud postorbital (LPO). En el resto de las especies la L_{50} se registró como longitud furcal (LF) (Figura 1). Todas las longitudes se expresaron en centímetros y los pesos en kilogramos, en términos de peso total (PT). Para el caso del pez vela, fue necesario realizar una estandarización en las tallas, ya que los parámetros de crecimiento y de la relación peso-longitud se estimaron en términos de LMF, distinta de la L_{50} expresada en LPO. Para dicha conversión biométrica se utilizó la fórmula $LMF = a + b * LPO$, donde, a y b son parámetros obtenidos de las relaciones biométricas entre LMF y LPO (Jakes-Cota *et al*., 2022) (Figura 1).

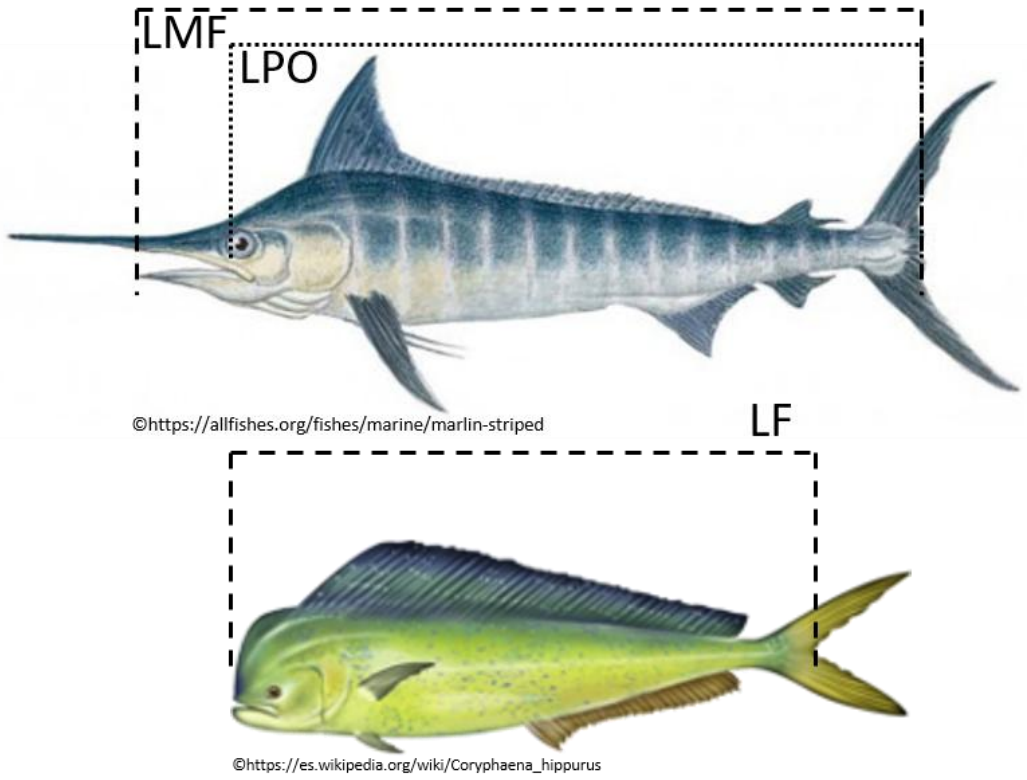


Figura 1. Referencia de las mediciones biométricas registradas para las especies de pico y especies menores. LMF: longitud mandibular furcal; LPO: longitud postorbital; LF: longitud furcal.

Tabla 1. Tallas y edades de primera madurez poblacional (L_{50} / E_{50}) de las especies objetivo y asociadas capturadas por la flota deportiva de Cabo San Lucas, B.C.S.

Nombre común	**Especie**	**Talla de primera madurez (L_{50})**	**Edad de primera madurez (E_{50}%) (años)**	**Peso total**		**Referencias**
				Kilos	*Libras*	
Marlin azul	*Makaira nigricans* Lacepède 1802	206 cm LMF ♀	1.9	74	163	Shimose *et al*., 2009 **(1)** Shimose *et al*., 2015 **(2)** y **(3)**
Marlin negro	*Istiompax indica* (Cuvier 1832)	195 cm LPO ♀	5.4	62	136	Sun *et al*., 2015a **(1)** Sun *et al*., 2015b **(2)** y **(3)**
Marlin rayado	*Kajikia audax* (Philippi 1887)	189 cm LMF ♂ 198 cm LMF ♀	2 2.5	39 44	87 97	Sevilla-Rodríguez, 2013 **(1)** Ortega-García *et al*., 2018 **(2)** Worbis-Badias, 2022 **(3)**
Pez vela	*Istiophorus platypterus* (Shaw 1792)	157 a 160 cm LPO ♂ 183 a 186 cm LMF 162 a 167 cm LPO ♀ 188 a 193 cm LMF	 2.8 a 3.1 3.2 a 3.7	21 a 23 18 a 20	47 a 50 40 a 48	Hernández-Aguilar, 2012 **(1)** Ortega-García *et al*., 2018 **(2)** Alvarado-Castillo & Félix-Uraga, 1998 **(3)**
Pez espada	*Xiphias gladius* Linnaeus 1758	168.2 cm LMF ♀	5.3	83	184	Wang *et al*., 2003 **(1)** Castro-Longoria, 1995 **(2)** y **(3)**
Dorado	*Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758	77 cm LF ♂ 93 cm LF ♀ 80 cm LF combinado	0.8 1.3 0.8	4 6 4	10 14 9	Zúñiga-Flores *et al*., 2011 **(1)** Zúñiga-Flores, 2009 **(2)** y **(3)**
Pez Gallo	*Nematistius pectoralis* Gill 1862	66 cm LF ♂ 86 cm LF ♀ 68 cm LF combinado	1.8 2.8 1.8	4 8 4	8 17 9	Ortega-García et al, en proceso de publicación **(1)** Jakes-Cota *et al*., 2021 **(2)** y **(3)**
Wahoo	*Acanthocybium solandri* (Cuvier 1832)	104.6 cm LF ♀	0.6	7	16	Zischke *et al*., 2013a **(1)** Zischke *et al*., 2013b **(2)** y **(3)**
Atún aleta amarilla	*Thunnus albacares (Bonnaterre 1788)*	69 cm LF ♂ 92 cm LF ♀	0.7 1.3	4 6	9 13	Schaefer, 1998 **(1)** Ortega-García *et al*., 2018 **(2)** Lehodey & Leroy, 1999 **(3)**

LMF: Longitud mandibular furcal, LPO: Longitud postorbital, LF: Longitud furcal, ♂: Machos, ♀: Hembras. Referencias de los parámetros: **(1)**: L_{50}, **(2)**: *a* y *b*, **(3):** k, t_0 y Linf.

De manera complementaria, y como referencia para evaluar el estado de salud de las poblaciones, se utilizó la información publicada en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Esta lista, establecida en 1964, se considera una herramienta fundamental para informar e impulsar acciones para conservación y promover cambios en las políticas públicas, ambos aspectos cruciales para la protección de los recursos naturales. En la tabla 2 se presentan los nombres de las especies, la categoría o criterio asignado en la Lista Roja de la UICN (https://www.iucnredlist.org/es) y la tendencia poblacional basada en el número de individuos maduros.

Conclusiones generales

De la información recopilada para las diferentes especies se observó una amplia variabilidad en los parámetros, de crecimiento y reproducción. Sin embargo, en la mayoría de las estimaciones se procuró utilizar aquellos parámetros obtenidos de la misma población en la que se estimó la longitud de primera madurez (L_{50}) seleccionada.

El marlin negro y el pez espada destacan por tener la edad de primera madurez más tardía. El pez vela, el marlin rayado y el marlin azul pueden catalogarse como especies con una edad de primera madurez intermedia. Por su parte, las especies de crecimiento más rápido, como el wahoo y el dorado, mostraron tallas y edades menores, lo que indica una madurez temprana, alrededor de los 7 a 9 meses, respectivamente, característica que favorece la estabilidad de sus poblaciones. Con base en esta información, se considera factible e importante establecer una talla mínima legal de captura para todas las especies capturadas por la flota deportiva sin excepción.

Dado que la normatividad actual no contempla regulación alguna con respecto a las tallas o pesos mínimos de captura para ninguna de las especies y considerando además que la información basada en la Lista Roja de la UICN una tendencia decreciente en las poblaciones de los picudos, se recomienda a los pescadores deportivos adoptar una mayor conciencia sobre las tallas de los ejemplares que capturan y reforzar la práctica de captura y liberación. Asimismo, se exhorta a las autoridades competentes a establecer tallas mínimas de captura para las principales especies capturadas por las flotas deportivas, tal como se contempla en la NOM-017.

Tabla 2. Categorías de la Lista Roja de la UICN y tendencias de la población de las especies registradas en la pesca deportiva de Cabo San Lucas, B.C.S.

Nombre común	Nombre de la especie	Lista Roja UICN	Población
Marlin azul	*Makaira nigricans* Lacepède 1802	Vulnerable	↓
Marlin negro	*Istiompax indica* (Cuvier 1832)	Datos insuficientes	?
Marlin rayado	*Kajikia audax* (Philippi 1887)	Menor preocupación	↓
Pez vela	*Istiophorus platypterus* (Shaw 1792)	Vulnerable	↓
Pez espada	*Xiphias gladius* Linnaeus 1758	Casi amenazado	↓
Dorado	*Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758	Menor Preocupación	=
Pez gallo	*Nematistius pectoralis* Gill 1862	Menor Preocupación	?
Wahoo	*Acanthocybium solandri* (Cuvier 1832)	Menor Preocupación	=
Atún aleta amarilla	*Thunnus albacares* (Bonnaterre 1788)	Menor preocupación	↓

↓ *Decreciendo* = *Estable* ? *Desconocido*

Referencias

Alvarado-Castillo, R., & Félix-Uraga, R. 1998. Crecimiento de *Istiophorus platypterus* (Pisces: Istiophoridae) en la boca del Golfo de California. Revista de biología tropical, 46(1), 115-118.

Castro-Longoria, R. 1995. Análisis de edad, crecimiento y madurez del recurso pesquero del pez espada, *Xiphias gladius*, en el Pacífico Mexicano. Tesis de Doctorado. CICESE. Ensenada, B.C.

Cerna, J. F., & Oyarzún, C. 1998. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial de la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de la zona de Talcahuano, Chile. Investigaciones marinas, 26, 31-40.

Corgos A, Freire J. 2006. Morphometric and gonad maturity in the spider crab Maja brachydactyla: a comparison of methods for estimating size at maturity in species with determinate growth. ICES J Mar Sci: Journal du Conseil. 63(5):851-859.

Cubillos L & Alarcón C. 2010. Estimation of size at first maturity for *Trachurus murphyi* using relative oxygen consumption = Estimación de la talla media de madurez sexual en *Trachurus murphyi* mediante parámetros del consumo relativo de oxígeno. Lat Am J Aquat Res. 38(2):178-187.

Diario Oficial De La Federación (DOF). 1995. Norma Oficial Mexicana NOM_017-PESC-1994, Para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada en el DOF, el 9 de mayo de 1995.

Diario Oficial De La Federación (DOF). 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Publicada en el DOF, el 24 de julio de 2007. Ultima reforma DOF-01-04-2024

Diario Oficial De La Federación (DOF). 2022. ACUERDO mediante el cual se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Publicada en el DOF, el 26 de julio de 2022.

Diario Oficial De La Federación (DOF). 2023. ACUERDO mediante el cual se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. Publicada en el DOF, el 21 de julio de 2023.

Hernández Aguilar, S. B. 2012. *Ecofisiología de la reproducción del pez vela Istiophorus platypterus en el Océano Pacífico mexicano*. Tesis de doctorado. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

Jacob-Cervantes M.L. & Aguirre-Villaseñor H. 2014. Inferencia multimodelo y selección de modelos aplicados a la determinación de L50 para la sardina crinuda *Opisthonema libertate* del sur del Golfo de California. Cienc Pesq. 22(1):61-68.

Jakes-Cota U., Ortega-García S., Almendarez-Hernández L.C. 2022. Estructura de tallas y relaciones morfométricas de los peces de pico capturados por la flota de pesca deportiva en Cabo San Lucas, Baja California Sur. Informe Final del Proyecto SIP: 20221300. CICIMAR-IPN. Pag. 21.

Jakes-Cota, U., Chavéz-Arellano, R., Sepulveda, C., Aalbers, S., & Ortega-García, S. 2021. Estimating age and growth of roosterfish (*Nematistius pectoralis*) from otoliths. *Fisheries Research*, *240*, 105958.

Lehodey, P., & Leroy, B. 1999. Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the western and central Pacific Ocean as indicated by daily growth increments and tagging data. *WP YFT-2, SCTB, 12*, 16-23.

Ortega-García, S., Jakes-Cota, U., Díaz-Uribe, J. G., & Rodríguez-Sánchez, R. 2018. Length-weight relationships of top predator fish caught by the sport fishing fleet off Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico. Latin american journal of aquatic research, *46*(1), 10-14.

Schaefer, K. M. 1998. Reproductive biology of the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., 21*, 205-272.

Sevilla Rodríguez, H. 2013. *Ciclo reproductivo del marlín rayado (kajikia audax) en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

Shimose, T., Fujita, M., Yokawa, K., Saito, H., & Tachihara, K. 2009. Reproductive biology of blue marlin *Makaira nigricans* around Yonaguni Island, southwestern Japan. *Fisheries Science*, *75*, 109-119.

Shimose, T., Yokawa, K., & Tachihara, K. 2015. Age determination and growth estimation from otolith micro-increments and fin spine sections of blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Pacific. Marine and Freshwater Research, 66(12), 1116-1127.

Sivadas, M., Kizhakudan, S.J., Sarada, P.T., Margaret Muthu Rathinam, A., Chhandaprajnadarsini, E.M., Manojkumar, P.P., Jagadis, I., Kavitha, M., Saravanan, R., Saleela, K.N. & Surya, S., 2017. Minimum Legal Size proposed for commercially exploited marine finfish and shellfish resources of Tamil Nadu. Marine Fisheries Information Service; Technical and Extension Series, (232), pp.3-6.

Sun, C. L., Chang, H. Y., Liu, T. Y., Yeh, S. Z., & Chang, Y. J. 2015(a). Reproductive biology of the black marlin, *Istiompax indica*, off southwestern and eastern Taiwan. *Fisheries Research*, *166*, 12-20.

Sun, C. L., Yeh, S. Z., Liu, C. S., Su, N. J., & Chiang, W. C. 2015(b). Age and growth of Black marlin (*Istiompax indica*) off eastern Taiwan. Fisheries Research, 166, 4-11.

Trippel EA, Harvey HH. 1991. Comparison of methods used to estimate age and length of fishes at sexual maturity using populations of white sucker (Catostomus commersoni). Can J. Fish Aquat Sci. 48(8):1446-1459.

Wang, S. P., Sun, C. L., & Yeh, S. Z. 2003. Sex Ratios and Sexual Maturity of Swordfish (*Xiphias gladius L.*) in the Waters of Taiwan. *Zoological Studies*, *42*(4), 529-539.

Worbis-Badias M.E. Estimacion de la edad y crecimiento del marlin rayado (*Kajikia audax*) a partir de otolitos y espinas en Baja California Sur. 2022. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S.

Zischke, M. T., Farley, J. H., Griffiths, S. P., & Tibbetts, I. R. 2013(a). Reproductive biology of wahoo, *Acanthocybium solandri*, off eastern Australia. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 23(4), 491-506.

Zischke, M. T., Griffiths, S. P., & Tibbetts, I. R. 2013(b). Rapid growth of wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Coral Sea, based on length-at-age estimates using annual and daily increments on sagittal otoliths. *ICES Journal of Marine Science*, *70*(6), 1128-1139.

Zúñiga Flores, M. S. 2009. Dinámica poblacional del dorado (*Coryphaena hippurus*) en Baja California Sur, México: implicaciones para su manejo (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).

Zúñiga-Flores, M. S., Ortega-García, S., Rodríguez-Jaramillo, M. D. C., & López-Martínez, J. 2011. Reproductive dynamics of the common dolphinfish *Coryphaena hippurus* in the southern Gulf of California. *Marine Biology Research*, *7*(7), 677-689.

RELATORIA REUNION ANUAL DE LA CIAT 2025

Reunión celebrada en la ciudad de Panamá, Panamá

La Comisión Interamericana del Atún (CIAT) sirve como máxima autoridad regional pesquera para el manejo del atún y especies asociadas en el Pacifico Oriental (OPO) bajo la Convención de Antigua. El papel de la CIAT es fundamental ya que es responsable de establecer medidas de manejo basada en ciencia, regulación y promover prácticas de pesquerías sustentables entre todos los países miembros.

Este año la reunión se llevó a cabo en la ciudad de Panamá por segundo año consecutivo del 1 a 5 de septiembre, en el cual se reunieron más de 20 países y más de una decena de organizaciones no gubernamentales, 250 observadores y 200 personas online. Las reuniones del APICD y de los otros grupos de trabajo se llevaron a cabo la semana anterior.

El staff de la CIAT presentó el informe científico sobre la pesquería de túnidos en el OPO, datos de captura esfuerzo pesquero y estado de stocks; también se presentó el plan científico estratégico y sus recomendaciones. Dentro de los acuerdos más importantes entre los países miembros fue la modificación de las medidas de conservación para atunes tropicales en el OPO. Se amplió hasta el 2028, se aprobó una veda de 64 días (reducción de 8 días) para barcos cerqueros y las embarcaciones de clase 4 tienen mayor libertad para definir su periodo de veda. Para las embarcaciones de clase 5 y 6 hay dos periodos definidos a escoger.

Se adoptó la propuesta sobre la simplificación del marco legal, presentada por la Unión Europea. Se aprobó una resolución de enmienda a la C-23-03, mediante la cual se enmendó la Resolución C-99-07 sobre Dispositivos Agregadores de Peces (FADs), para tomar acciones en la recolección de plantados. Se aprobó el presupuesto con un financiamiento de aproximadamente $3 millones de dólares para los programas de marcado de atunes y para el Programa Integrado de Muestreo en Puertos (Esquema de umbrales por embarcación IVT). Se confirmó el financiamiento del estudio de evaluación de poblaciones de delfines con métodos genéticos, en el marco del APICD (Acuerdo sobre el Programa Internacional de Conservación de Delfines), reforzando la cooperación entre la industria pesquera y gobiernos. Esto fue formalizado en la reunión de octubre del APICD, quedando también en forma de resolución. Por último, se ratificó a Andrés Arens como presidente de CIAT y se renovó por cuatro años la gestión de Arnulfo Franco (Panamá) como director ejecutivo. Las resoluciones aprobadas están publicadas en la página de la CIAT https://www.iattc.org/.


IPN
CICIMAR
FIDEMAR
XXI FORO NACIONAL SOBRE EL ATÚN Y
II FORO DE INTERCAMBIO CIENTÍFICO
SOBRE PELÁGICOS MAYORES
(Biología y Pesquerías)
18-20 de
noviembre
2026
Centro
Interdiciplinario de
Ciencias Marinas,
Instituto Politécnico
Nacional