



Universidad Veracruzana

Facultad de Ciencias Biológicas Agropecuarias

Región Poza Rica-Tuxpan

Manejo De Ecosistemas Marinos y Costeros

Patrones de distribución de *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) con base en capturas comerciales en el Noroeste del Pacífico Mexicano

Tesis para obtener el grado de Maestro en
Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

Presenta:

Juan Aldair Mellado Flores

Directora:

Dra. Karla Cirila Garcés García

Co-director

Dr. José Leonardo Castillo Géniz

Abril de 2022

“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”



Universidad Veracruzana

Facultad de Ciencias Biológicas Agropecuarias
Región Poza Rica-Tuxpan

Manejo De Ecosistemas Marinos y Costeros

*Patrones de distribución de Alopias pelagicus (Nakamura, 1935)
con base en capturas comerciales en el Noroeste del Pacífico
Mexicano*

Tesis para obtener el grado de Maestro en
Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

Presenta:
Juan Aldair Mellado Flores

Directora:
Dra. Karla Cirila Garcés García

Co-director:
Dr. José Leonardo Castillo Géniz

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz 10 de enero del 2022.

Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz
Coordinador de la Maestría
Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Universidad Veracruzana

P R E S E N T E

Por medio de la presente, damos la autorización para que sea revisado el escrito final del alumno *Juan Aldair Mellado Flores* que lleva por título Patrones de distribución de *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) con base en capturas comerciales en el Noroeste del Pacífico Mexicano.

Sin más por el momento nos despedimos de usted, agradeciendo la atención prestada.



Directora
Dra. Karla Cirila Garcés García



Co-director
Dr. José Leonardo Castillo Géniz



Tuxpan Ver., Febrero 22 del 2022

Asunto: Aprobación tesis maestría

Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz

Coordinador de la Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

Universidad Veracruzana

Presente

Sirva el presente para notificar la APROBACIÓN de mi parte del Trabajo de Grado en modalidad de tesis titulada **“Patrones de distribución de Alopías pelagicus (Nakamura, 1935) con base en capturas comerciales en el Noroeste del Pacífico Mexicano”**, presentada por el Biol. Juan Aldair Mellado Flores, estudiante de la Maestría en Manejo de Ecosistema Marinos y Costeros.

Sin otro asunto en particular, agradezco la oportunidad brindada para colaborar como Miembros del Comité Lector del Trabajo de Grado.

Cordialmente

Dra. Liliana Cuervo López

Docente de Tiempo Completo

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Bahía de Banderas Nayarit a 23 de Febrero del 2022

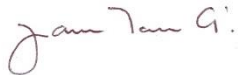
Asunto: Aprobación tesis maestría

MTRO. AGUSTÍN DE JESÚS BASÁÑEZ MUÑOZ
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS
MARINOS Y COSTEROS
UNIVERSIDAD VERACRUZANA
PRESENTE

Sirva la presente para notificar la APROBACIÓN de mi parte del Trabajo de Grado en modalidad de tesis titulada “**Patrones de distribución de *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) con base en capturas comerciales en el Noroeste del Pacífico Mexicano**”, presentada por el Biol. Juan Aldair Mellado Flores, estudiante de la Maestría en Manejo de Ecosistema Marinos y Costeros.

Sin otro asunto en particular, agradezco la oportunidad brindada para colaborar como Miembros del Comité Lector del Trabajo de Grado.

ATENTAMENTE



DR. JAVIER TOVAR ÁVILA
INVESTIGADOR TITULAR C
CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES ACUÍCOLAS Y PESQUERAS
BAHÍA DE BANDERAS
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA
Javier.Tovar@inapesca.gob.mx, javiertovar.mx@gmail.com-



Coastal Marine Education and Research Academy (CMERA)

Palm Harbor, Florida, enero 18 del 2022

A QUIEN CORRESPONDA:

Asunto: Aprobación tesis maestría de Juan Aldair Mellado Flores

A través de la presente me permito comunicar mi aprobación para la tesis de Maestría en Manejo de Ecosistema Marinos y Costeros titulada “Patrones de distribución de *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) con base en capturas comerciales en el Noroeste del Pacífico Mexicano”, presentada por el Biól. Juan Aldair Mellado Flores.

Cordialmente,

Carlos Julio Polo

Senior Professor

Coastal Marine Education and Research Academy - CMERA

(carlos@cmera.net, carlosj.polo@utadeo.edu.co)

Dedicatoria

Esta tesis es un logro más que llevo a cabo y se la dedico a mis padres, que sin lugar a duda es gracias a ustedes y su apoyo incondicional.

A ti mamá, por ser una gran mujer e inalcanzable, que siempre me ha llenado de orgullo, te amo tanto y sé que no habrá manera ni tiempo para devolver tanto que me has ofrecido desde aquel día que nací. Para ti papá, por siempre apoyarme durante todos estos años. Trabajando muy fuerte sin importar tu cansancio, aun estando lejos de casa.

Muchas gracias por creer siempre en mí. Gracias mamá, gracias papá, gracias por la ayuda que siempre me han brindado, lo cual a logrando formar en mí bases de gran importancia, ahora soy consciente de eso.

A toda mi familia, quien agradezco el apoyo brindado y siempre motivarme alcanzar cada una de mis metas que me he propuesto. Por sus gestos de cariño y consejos, lograron llevarme a este momento.

A mi novia por ser parte de este triunfo, apoyándome en las decisiones que tomaba, por su amor y paciencia que siempre me demuestra, hoy se enorgullece por ser la persona que soy, gracias amor.

Agradecimientos

Quiero agradecer primeramente a Dios quien me dio la oportunidad de vivir y emprender cada reto, cada experiencia, que me han hecho una mejor persona y alcanzar grandes momentos.

Agradezco de manera especial a la Dra. Karla Cirila Garcés García quien fuera directora de esta tesis, quien compartió su conocimiento en este estudio, por los consejos y las bases brindadas, me permitió culminar este gran estudio, gracias por el tiempo y dedicación que me obsequio y la gran enseñanza que me ha dejado. Valoro mucho ese gran apoyo que siempre tuve de usted.

Expreso también, mi más sincero agradecimiento al Dr. José Leonardo Castillo Géniz, la gran amabilidad, disponibilidad y atención prestada durante todo este tiempo. Por compartir su experiencia y amplio conocimiento en esta área. Siendo de mucha ayuda.

Por su puesto, quiero agradecer al Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP) de Ensenada del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) la autorización del uso de datos del Programa de Observadores de Tiburón para realizar el proyecto de tesis y a cada investigador por su aportación a este estudio.

Y el agradecimiento más profundo va para mi familia, a mis padres, que sin el apoyo e inspiración habría sido imposible concluir esta etapa.

Finalmente, agradezco a la Universidad Veracruzana por abrirme las puertas y en especial al Posgrado de Maestría, al Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz coordinador de este programa educativo, quien siempre estuvo al pendiente de nosotros, hasta el final. Y a cada uno de mis compañeros de la maestría con quienes compartí grandes conocimientos, por su amistad y confianza durante estos dos años.

Gracias a todos.

Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice	iii
Índice de figuras	v
Índice de tablas	viii
Resumen	ix
I. Introducción	1
II. Antecedentes	4
III. Hipótesis.....	7
IV. Objetivos	7
4.1. Objetivo general	7
4.2. Objetivos particulares.....	7
V. Área de estudio.....	8
5.1. Condiciones oceanográficas del área de estudio.....	8
VI. Material y métodos.....	10
6.1. Obtención de datos biológico-pesqueros	10
6.2. Estructura poblacional de <i>Alopias pelagicus</i>	11
6.3. Distribución de la CPUE de <i>Alopias pelagicus</i>	12
6.4. Relación entre la CPUE de <i>Alopias pelagicus</i> y diversos predictores	13
VII. Resultados	14
7.1. Proporción sexual de las capturas por cada flota	15
7.2. Estructura poblacional de <i>Alopias pelagicus</i>	16
7.2.1. Tallas de captura (LPC)	17
7.2.2. Flota palangrera de Ensenada.....	17
7.2.3. Flota palangrera de Mazatlán	23
7.3. Principales áreas de captura de los juveniles y adultos de <i>Alopias pelagicus</i>	30
7.4. Análisis de la distribución de capturas por sexos de <i>Alopias pelagicus</i> en verano y durante 2006–2019	31

7.5. Análisis de la distribución de la CPUE y de estadios de <i>Alopias pelagicus</i> en verano	33
7.6. Relación entre la CPUE de <i>Alopias pelagicus</i> y las variables predictoras	38
VIII. Discusión.....	42
8.1. Estructura poblacional de <i>Alopias pelagicus</i>	42
8.2. Principales áreas de los juveniles y adultos de ambos sexos	44
8.3. Análisis de la distribución de la CPUE y de tallas.....	47
8.4. Relación de la CPUE y diversos predictores	50
IX. Conclusiones	53
X. Aplicación Práctica	54
XI. Recomendaciones.....	55
XII. Referencias.....	56
XIII. Anexos	65

Índice de figuras

Figura 1. Área de estudio donde operan ambas flotas en el Noroeste del Pacífico Mexicano.	8
Figura 2. Distribución espacial de los lances para cada flota palangrera durante el periodo 2006–2019.	14
Figura 3. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados por la flota de Ensenada durante todo el periodo de estudio 2006–2019. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).	17
Figura 4. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados por la flota de Ensenada por sexo separado. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).	18
Figura 5. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 1 (T1) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).	20
Figura 6. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 2 (T2) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).	20
Figura 7. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 3 (T3) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica el tamaño aproximado de la madurez (Camacho-Veloz, 2012).	21
Figura 8. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 4 (T4) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).	22

Figura 9. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados por la flota de Mazatlán durante todo el periodo de estudio 2006–2019. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).....	23
Figura 10. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados por la flota de Mazatlán por sexo separado. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).....	24
Figura 11. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 1 (T1) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).....	26
Figura 12. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 2 (T2) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).....	27
Figura 13. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 3 (T3) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).....	28
Figura 14. Tallas (LPC) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el trimestre 4 (T4) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).....	29
Figura 15. Principal área de captura de juveniles y adultos (machos y hembras) de la especie <i>A. pelagicus</i> capturado por ambas flotas (Ensenada y Mazatlán) en el periodo 2006–2019.	30
Figura 16. Distribución de las capturas de hembras en verano (color lila) y machos (color gris) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).....	31

Figura 17. Distribución de las capturas de hembras (inmaduras color claro y maduras color oscuro, figura a) y machos (inmaduros color blanco y maduros color negro, figura b) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).	32
Figura 18. Distribución de CPUE total de <i>A. pelagicus</i> capturados en verano en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).	33
Figura 19. Distribución de CPUE de hembras (inmaduras y maduras) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).	34
Figura 20. Distribución de CPUE de machos (inmaduros color blanco y maduros color negro) de <i>A. pelagicus</i> capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).	35
Figura 21. Distribución de la CPUE de <i>A. pelagicus</i> en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019) por la Flota de Ensenada. El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).	36
Figura 22. Distribución de la CPUE de <i>A. pelagicus</i> en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019) por la Flota de Mazatlán. El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).	37

Índice de tablas

Tabla 1. Captura de machos y hembras, adultos y juveniles por trimestre de la flota de Ensenada periodo 2006–2019.....	16
Tabla 2. Captura de machos y hembras, adultos y juveniles por trimestre de la flota de Mazatlán periodo 2006–2019.	16
Tabla 3. Modelos de interacción entre CPUE de Ensenada y variables (temperatura, clorofila, número de anzuelos y años 2006 a 2009).....	39
Tabla 4. Modelos de interacción entre CPUE de Mazatlán y variables (temperatura, clorofila, número de anzuelos y año).	41

Resumen

En la presente investigación, se estudiaron los patrones de distribución de las capturas (CPUE) de *Alopias pelagicus* de las capturas comerciales de las flotas palangreras de Ensenada, Baja California y Mazatlán, Sinaloa, México. Los datos utilizados en los análisis fueron de 2006–2019. Se analizó un total de 2,441 lances de pesca para estimar la CPUE, y 9,038 datos de longitud precaudal (LPC) de *A. pelagicus* para analizar la estructura poblacional de captura por cada flota. Los ejemplares se categorizaron en juveniles y adultos por cada sexo. Para determinar diferencias en la proporción de sexos, se aplicó la prueba de χ^2 . Se realizaron mapas de distribución de CPUE y estadios para la época de verano por ser la temporada de reproducción. Se exploró la relación entre la CPUE y la TSM, clorofila-*a*, número de anzuelos y año utilizando los modelos aditivos generalizados (GAM). Como resultados se obtuvo que la clase de tallas más dominante correspondió a hembras inmaduras (137–147 cm LPC) para la flota de Ensenada, y para la flota de Mazatlán los machos maduros (137–147 cm LPC). Existió una diferencia significativa entre las tallas de machos y hembras capturadas (Ensenada $U= 22.52$, $p= <0.0001$ y Mazatlán $U= 11.15$, $p= <0.0001$). La proporción sexual para Ensenada fue de 1H:2M mientras que para la flota de Mazatlán 1H:3M. Con base en los mapas de TSM, la distribución de la CPUE varió particularmente en 2014, cuando las hembras inmaduras se distribuyeron en un intervalo de TSM de 23–26°C y las maduras en un intervalo de 15–26°C. En el caso de los machos maduros, se distribuyeron en un intervalo de TSM de 19–29°C, en los años 2014, 2015 y 2016. Los machos inmaduros se distribuyeron en un intervalo de TSM de 23–28°C en los años 2006–2011, 2013, 2014, 2016 y 2017. En cuanto a la distribución por tallas, las hembras inmaduras (60–150 cm LPC) se distribuyeron en un intervalo de TSM de 23–28.2°C y las hembras maduras (151–241 cm LPC) en un intervalo de TSM de 14.1–22°C. Con base al análisis GAM, el modelo con todos los predictores fue el de mayor desviación explicada y mejor ajuste con 34.20 % y 19.10 % para la flota de Ensenada y Mazatlán, respectivamente.

Palabras clave: CPUE, GAM, Noroeste del Pacífico Mexicano, Patrones de distribución, Temperatura superficial del mar, Tiburón zorro pelágico.

I. Introducción

Existen diferentes definiciones de patrón, pero en este estudio se sigue la definición de Hutchinson (1953), quién define a patrón como la estructura que resulta en la distribución de organismos y la interacción con su entorno. El autor menciona diferentes tipos de patrón, como los patrones vectoriales, donde la distribución de los organismos es determinada por la luz, temperatura, los gradientes de densidad y la dirección de corrientes (Hutchinson, 1953). Los patrones ecológicos se pueden describir en términos de abundancia, frecuencia, tallas, sexo, distribución en captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Todos estos componentes permiten conocer la distribución poblacional de diversas especies, entre ellas los tiburones, como la especie del presente estudio *Alopias pelagicus*. Por otra parte, las características oceanográficas como las corrientes, TSM y la concentración de clorofila-*a*, por mencionar algunas, influyen en la distribución de las especies (DiMichele, 1994).

Las características físicas y oceánicas del Noroeste del Pacífico Mexicano, donde se llevaron a cabo los registros de captura de *A. pelagicus* para el presente estudio, están influenciadas por dos corrientes. La Corriente de California, la cual proviene del norte y fluye hacia el sur. La Corriente de California se caracteriza por el transporte de agua fría de 20°C rica en nitrato, fósforo y oxígeno disuelto. Por otra parte, existe otra corriente denominada Corriente Tropical Mexicana, la cual fluye desde el sur del Golfo de Tehuantepec hasta el Golfo de California entre verano y otoño. La Corriente Tropical Mexicana transporta agua cálida (~30°C) con menor concentración de nutrientes y oxígeno disuelto. Ambas corrientes crean una zona productiva e importante para la gran variedad de organismos marinos, entre ellos los pelágicos (Márquez *et al.*, 2006; Olivos *et al.*, 2016).

A través del tiempo se han mejorado técnicas para analizar los patrones de distribución de los tiburones, generalmente estos estudios se basan en pocos individuos, limitando cuando se requiere obtener resultados a nivel población (Cartamil *et al.*, 2016). La información generada a través de los registros biológicos de capturas por observadores a bordo, representa una herramienta complementaria para estudiar los patrones de distribución de las especies de interés comercial y ecológica (Flores-Balseca, 2016; Morales *et al.*, 2018). Entre los diversos instrumentos de investigación, el INAPESCA diseñó e instrumentó en colaboración con la CONAPESCA y del FIDEMAR el Programa de Observadores de Tiburón (POT). La finalidad de este programa es documentar las capturas de tiburones y

especies afines de las flotas tiburonerías que operan al Noroeste del Pacífico Mexicano (Castillo *et al.*, 2016). El POT ha operado durante los últimos 15 años, incluyendo el período del presente estudio 2006–2019. La información que se generó se ha utilizado para atender los problemas del sector pesquero y para evaluar el estado de salud de las especies de tiburón. En el anexo 1 se presenta la ubicación geográfica de los lances de pesca documentados por el POT durante el periodo 2006–2019 incluyendo la captura de *Alopias pelagicus*.

El tiburón zorro pelágico como se le conoce comúnmente *A. pelagicus* es una especie epipelágica y oceánica, ampliamente distribuida en aguas templadas y tropicales de los Océanos Índico y Pacífico (Mas *et al.*, 2013; Páez *et al.*, 2018; Osuna-Soto, 2019). En el Océano Pacífico se ha reportado a la especie desde California, Estados Unidos de América, en el Golfo de California y las Islas Revillagigedo en México, continuando su distribución hasta el Ecuador (Compagno, 2001; Chen *et al.*, 2013; CITES, 2016). La distribución vertical de *A. pelagicus* se ha reportado de 0–350 m de profundidad (Dharmadi y Triharyuni, 2012; Pradeep *et al.*, 2017). Esta especie pertenece a la familia de *Alopiidae* del orden *Lamniformes*, que incluye *A. vulpinus* y *A. superciliosus*, siendo recursos de importancia ecológica y comercial (López y Zanella, 2015; Castillo *et al.*, 2021; Weigmann, 2016). *Alopias pelagicus* posee una aleta caudal semejante al tamaño del resto de su cuerpo, el cual es cilíndrico, con dorso azul profundo a gris en la parte superior. Los costados son de color plateado y la zona ventral de color blanco que no se extiende al costado de las aletas pectorales casi rectas (Oliver y Bicskos, 2015; Flores-Balseca, 2016; Bravo y Cruz, 2018).

De acuerdo con Kwang *et al.* (1999) en el Pacífico Noroccidental, la madurez de las hembras se alcanza a los 282–292 cm de longitud total (LT), con edades de 8–9.2 años. Los machos alcanzan la madurez sexual a los 267–276 cm LT con edad promedio de 7–8 años. *Alopias pelagicus* es vivíparo aplacentario (Castro, 2009; Dharmadi y Triharyuni, 2012). Se alimenta de pequeños peces como *Benthoosema panamense* y *Merluccius gayi* y cefalópodos como *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *Ommastrephes bartramii* (Baigorri y Polo, 2004; Estupiñán-Montaña, 2016). Demostrando que *A. pelagicus* es un depredador especialista (Rendón y Pacheco, 2006; Páez *et al.*, 2018; Calle y Galván, 2020). Uno de los principales factores antrópicos que afectan las poblaciones de *A. pelagicus* es la captura incidental por redes de cerco de superficie para la captura de atún (Dent y Clarke, 2015; Osuna-Soto, 2019). Otro factor negativo es la pesca dirigida, para la comercialización de su

carne, el aceite de hígado y las aletas. A menudo las capturas no son objeto de gestión o lo son solo en una parte de su área de distribución. En México existe NOM-023-SAG/PESC-2014 que regula la captura de las diferentes especies. Debido a que cuando una pesca no se regula puede provocar graves desequilibrios en la estructura de edades y tallas de las poblaciones de las diferentes especies que se capturan y en los peores casos, un colapso irreversible de sus poblaciones (Wen *et al.*, 2010; CITES, 2016; Lara *et al.*, 2020).

El tiburón zorro pelágico es una especie de crecimiento lento, fecundidad baja, madurez tardía y un periodo de gestación algo largo (Dulvy *et al.*, 2014; Furlong *et al.*, 2014). Lo que significa que tienen una alta susceptibilidad a la presión antrópica y muestran una lenta recuperación de la sobreexplotación (Walker, 1992; SAGARPA-INP, 2006; Del Moral *et al.*, 2015). En el Noroeste del Pacífico Mexicano se desconoce el estado actual de la población de *A. pelagicus*. La lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha categorizado a esta especie como en peligro de extinción (Rigby, *et al.*, 2019). En el año 2016, *A. pelagicus* se añadió al Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES) para asegurar que el comercio internacional, no ponga en riesgo sus poblaciones (CCA, 2017; Lara *et al.*, 2020).

Berrondo *et al.* (2007), analizaron la CPUE, distribución por sexos y la composición de tallas de *Alopias superciliosus* y *Alopias vulpinus* al Sur del Atlántico Occidental. Los datos fueron obtenidos por observadores científicos a bordo del año 2001–2005. Los autores determinaron que los valores de CPUE de *A. superciliosus* variaron de 0.02 tiburón/1,000 anzuelos en el 2002 (donde existió el menor esfuerzo) a 0.08 en el 2005, con un máximo en el 2003 de 0.37 tiburón/1,000 anzuelos. En cambio, *A. vulpinus* al ser una especie de hábitos más oceánicos fue capturado en zonas cercanas a la costa, los valores de CPUE variaron de 0.13 en el 2002 a 0.004 en el 2005. El 50% de los individuos de *A. superciliosus* capturados tenían una talla de 310–320 cm LT y *A. vulpinus* entre 330–340 cm de LT. Los estudios enfocados al conocimiento de los patrones de distribución en el Noroeste del Pacífico Mexicano en *A. pelagicus* no existen hasta el momento. Por esta razón se plantea como objetivo principal, la evaluación de los patrones de distribución, abundancia relativa y estructura poblacional de *Alopias pelagicus* y su relación con variables predictoras en el Noroeste del Pacífico Mexicano durante el periodo 2006–2019. Periodo en el que ocurrieron eventos ambientales importantes que quizás hayan influido en las capturas de *A. pelagicus*.

II. Antecedentes

Los estudios en los cuales la CPUE, la estructura poblacional y variables predictoras son utilizadas para determinar la distribución a nivel espacial y temporal en *A. pelagicus* son escasos. A continuación, se presenta los estudios más relevantes que están relacionados con el objetivo general de la presente investigación. En el anexo 2 se muestra una figura en donde se han realizado estudios previos a nivel internacional de *A. pelagicus*, *A. superciliosus* y *Prionace glauca*, mismos que forman parte de los antecedentes. Cabe mencionar que este apartado se encuentra dividido en diferentes secciones. Primero, se presenta una investigación realizada para las especies congéneres de *A. pelagicus*. Segundo, se describen las investigaciones de la especie de estudio a nivel mundial y en el área de estudio. Tercero, un estudio que se relaciona al uso de variables predictoras con la CPUE para evaluar los factores espaciales y temporales en la distribución de *P. glauca* en la península de Baja California, México.

En el Atlántico, se analizó la captura total de 5,590 registros de *Alopias superciliosus* obtenidos por observadores abordo de palangreros comerciales portugueses, estadounidenses, uruguayos, japoneses, taiwaneses y españoles en los años de 1992 a 2013. La distribución de juveniles y adultos mostró variabilidad y la proporción de sexos varió entre regiones al igual que las clases de tallas. La talla de madurez se estimó en 208.6 cm de la longitud furcal (LF) para hembras y 195.2 cm LF para machos. Se registraron hembras preñadas en el Atlántico tropical nororiental y suroeste, estas regiones posiblemente han servido como áreas de crianza. Los patrones biológicos y de distribución ayudaron a tener una mejor comprensión de los diferentes aspectos de esta especie en el Atlántico, y al mismo tiempo los administradores adoptar medidas de conservación más eficientes (Fernández *et al.*, 2015).

En la zona costera de Ecuador se investigó la reproducción de *A. pelagicus* durante el período 2005–2006, a partir de individuos desembarcados en playa Tarqui, Manta. Para cada individuo se registraron datos biológicos como longitud total (LT), longitud precaudal (LP), sexo y madurez, los embriones fueron medidos y sexados. Los resultados indicaron que esta especie de tiburón estuvo presente en todo el año, con un intervalo de tallas de 140–180 cm LP. Se observó una presencia importante de tiburones adultos para ambos sexos. La talla en los machos varió entre 68–183 cm LP, mientras que las de las hembras fue de 70–180 cm

LP. Las hembras dominaron sobre los machos en la mayoría de las tallas, con una proporción sexual de 1.38H:1M. En juveniles 1.4H:1M, en adultos 1.3H:1M y en embriones 0.77H:1M. La talla de madurez para machos fue de 140 cm LP y de hembras 144 cm LP. Las hembras con actividad ovulatoria con ovocitos más grandes estuvieron presentes de mayo/septiembre. Los embriones siempre estuvieron en un número dos, alcanzando tallas mayores entre febrero/abril con 142 cm LT, considerando un período de gestación de nueve meses, indicando que el ciclo reproductivo puede ser una estrategia para compensar el reducido número de crías al nacer (Romero y Galván, 2012).

En el Océano Pacífico se estudió la estructura poblacional de *A. pelagicus*, se analizaron 351 muestras colectadas por observadores en seis lugares distintos (Taiwán, Hawái, Baja California Sur, Centroamérica, Colombia y Ecuador). Se utilizaron datos de secuencia COI de ADN mitocondrial y 7 loci de microsatélites. Se encontró diferencia poblacional entre la población del Pacífico Occidental y Oriental y evidencia de monofilia recíproca para haplotipos de orgánulos y divergencia alélica. La población de Hawái estuvo compuesta por ambas debido al aislamiento reproductivo. Estos resultados indicaron la existencia de una nueva especie críptica en el Océano Pacífico, lo cual lleva a ser considerada en los planes de manejo y conservación de elasmobranquios (Cardeñosa *et al.*, 2014).

En los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán, México, se describieron los aspectos de la biología pesquera de las especies de tiburón capturados de abril del 2006 a abril de 2007 (anexo 3). La composición de las especies capturadas (n= 1,962 organismos) estuvo representada por nueve especies. *A. pelagicus* representó el 0.82%. La mayor abundancia de *A. pelagicus* se presentó en el mes de septiembre. La estructura de tallas mostró una distribución trimodal de 275, 280 y 285 cm de LT. Se observó una mayor presencia de machos. El estadio de madurez fue 25% para juveniles y 75% adultos (Cruz *et al.*, 2011).

En San Felipe, Baja California, México, se analizaron 5,033 lances de pesca comercial de tiburón provenientes de la flota de Ensenada, Baja California, periodo 2009–2013. Se utilizó la captura por unidad de área (CPUA) para analizar la distribución y se empleó la posición geográfica por lance para elaborar mapas de distribución por año y espacio temporal. Los autores reportaron un desembarque total de 2,574.4 t de la cual el 13.5% (347 t) representaron a tiburones y rayas. La familia Alopiidae representada por *A. vulpinus*, *A. pelagicus* y *A. superciliosus* consideradas regionalmente como cazonas en su

etapa juvenil representó el 2.2%. La distribución de la CPUA para los cazones fue heterogénea de 2009–2013, con mayor CPUA en invierno, abarcado lances de cero capturas hasta 27.0 kg/km². La biomasa para el grupo del cazón fue de 2.0% (10,219t). El porcentaje de presencia considerando únicamente los lances con captura de elasmobranquios fue de 6.8% para cazones (Godínez y Castillo, 2016).

En el litoral del Pacífico Mexicano, se analizó la estructura espacial de la pesquería de mediana altura, información recabada por el POT durante el año 2007. Los resultados indican que la abundancia en la captura de *A. pelagicus* representó 5% de un total de 19,559 ejemplares registrados. La flota de Ensenada mostró una abundancia relativa en verano de 2.6 %, mientras que la flota de Mazatlán representó el 8% de la captura de *A. pelagicus*. A partir del análisis de correspondencias canónicas se observó que *A. pelagicus* se ve influenciado principalmente por la temperatura superficial del mar, seguido por la velocidad del viento, las corrientes y la concentración de clorofila-*a* (Medina-Bautista, 2014).

En la península de Baja California, México, se analizaron las capturas del tiburón azul (*Prionace glauca*) durante el período 2006–2016. El autor obtuvo una talla promedio para hembras y machos de 140.6 cm y 135.4 cm LT respectivamente. La proporción de sexos fue de 1H:1.27M. La relación de la CPUE con las variables ambientales (TSM y Clorofila-*a*) presentó valores significativos. Demostrando que la mayor CPUE del tiburón azul ocurre en invierno donde la TSM son bajas y las concentraciones de clorofila-*a* son altas. Concluyendo, que el mejor índice para relacionar los eventos climáticos con la CPUE del tiburón azul en el Pacífico Nororiental es la TSM, clorofila-*a* y el índice SanDiAs (Godínez-Padilla, 2016).

III. Hipótesis

Se considera la existencia de patrones de distribución por tallas, sexo y captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de *Alopias pelagicus* en el Noroeste del Pacífico Mexicano y estos patrones podrían estar relacionados con diversas variables predictoras como la temperatura superficial del mar (TSM), concentración de clorofila-*a*, número de anzuelos y año en que se realizó la captura.

IV. Objetivos

4.1. Objetivo general

Evaluar los patrones de distribución, abundancia relativa y estructura poblacional de *Alopias pelagicus* y su relación con variables predictoras en el Noroeste del Pacífico Mexicano durante el periodo 2006–2019.

4.2. Objetivos particulares

- Analizar las capturas comerciales de *Alopias pelagicus* en términos proporción de sexos y tallas de longitud precaudal por trimestre y para cada flota.
- Determinar las principales áreas de captura de los juveniles y adultos de ambos sexos de *Alopias pelagicus* durante el periodo 2006–2019.
- Analizar la distribución de la CPUE de verano y global (2006–2019) por sexos separados y combinados, y estadios de *Alopias pelagicus*, con base en mapas de distribución y de gradientes de TSM.
- Determinar si existe relación entre la CPUE de *Alopias pelagicus* y diversas variables predictoras en el área de estudio.

V. Área de estudio

El Pacífico Mexicano alcanza una superficie de 2,320,380 km² que comprende la Zona Económica Exclusiva y mar territorial de México (Salas de León y Monreal, 2005; Flores-Guzmán, 2018). La zona del Pacífico Mexicano fue dividida en tres regiones con base en criterios ambientales y político-administrativos, como lo señala la Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas (DOF, 2018). El Pacífico Noroeste comprende desde la costa de Tijuana, Baja California, hasta el estado de Nayarit. El Golfo de California comprende una porción interna de la Península hasta Cabo San Lucas y la porción continental de los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y norte de Jalisco. El Pacífico Tropical comprende desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta Chiapas (Álvarez, 2012; DOF, 2018; Rosa-Esteves, 2018).

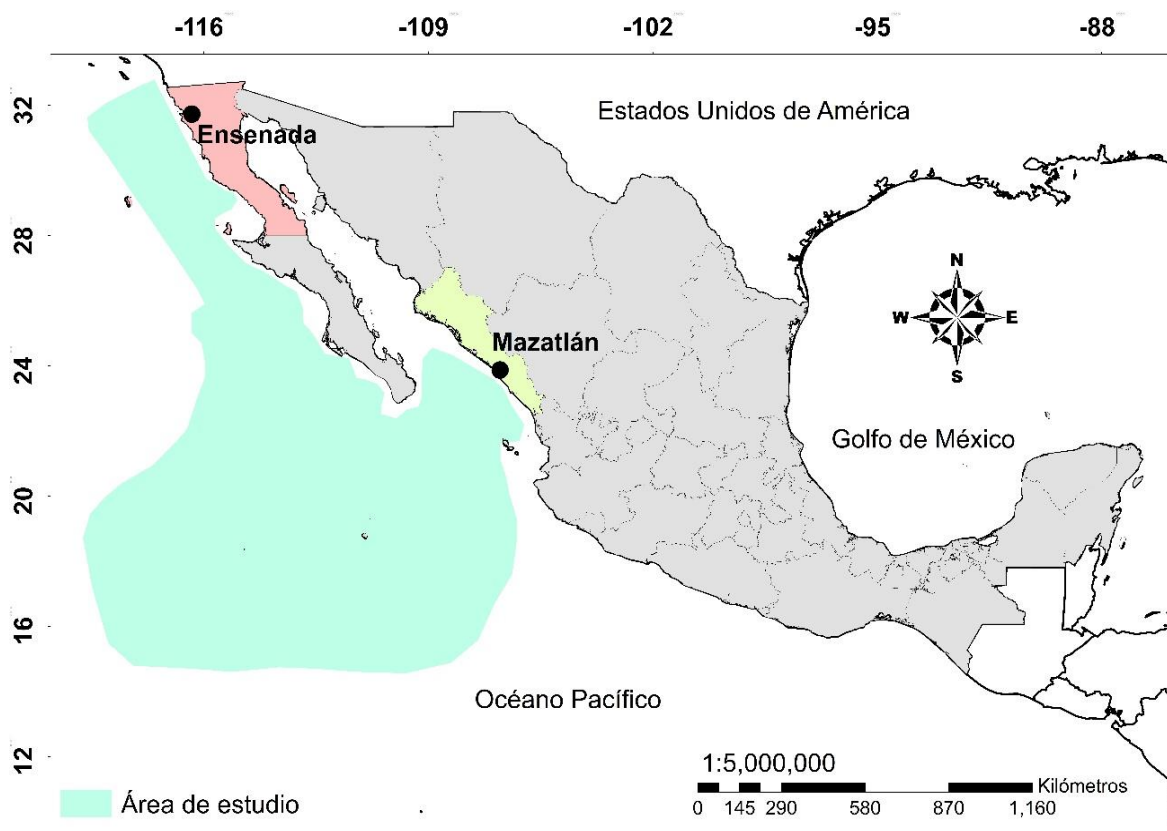


Figura 1. Área de estudio donde operan ambas flotas en el Noroeste del Pacífico Mexicano.

5.1. Condiciones oceanográficas del área de estudio

El Noroeste del Pacífico Mexicano se caracteriza por presentar diversas corrientes oceánicas, que influyen en la presencia y distribución de especies marinas (Salcedo-Bojórquez, 2007). La Corriente de California, que tiene presencia durante todo el año, presenta una circulación

de norte a sur, que transporta aguas frías de 20° C y salinidades de 34.6 ups aproximadamente de origen subártica (primavera e invierno) (Espinosa *et al.*, 2004; Salcedo-Bojórquez, 2007). La Corriente Tropical Mexicana circula cerca de la superficie del mar con dirección al polo Norte, que transporta agua cálida y ligera de origen tropical (verano) (Kurczyn *et al.*, 2012) y el agua cálida y salina del Golfo de California (Stevenson, 1970; García *et al.*, 2017).

La circulación que presenta cada una de las corrientes pueden describirse en términos de forzamiento local; en invierno y primavera (periodo frío), la circulación es ciclónica. Las corrientes transportan aguas subárticas hacia el Pacífico Tropical (Hernández, 1989; Galván *et al.*, 2019). Durante el verano y otoño (período cálido), la circulación es anticiclónica y transporta aguas tropicales y subtropicales hacia el Pacífico Tropical Mexicano (Espinosa y Escobedo, 2017; Páez *et al.*, 2017). Estas circulaciones generan una surgencia eólica perpendicular a la costa y de la costa al Océano, formando un chorro ascendente de agua fría, salina y rica en nutrientes (Espinosa *et al.*, 2004; Zaitsev *et al.*, 2014).

Las surgencias eólicas se definen como el ascenso de aguas profundas ricas en nutrientes hacia las capas superficiales del Océano. Cuando los vientos alisios soplan con intensidad, el afloramiento es vigoroso, disminuye la TSM y se elevan los nutrientes a la capa superficial por advección horizontal (Smith, 1969; Calle-Morán, 2010). Son aguas con bajo contenido de oxígeno y grandes cantidades de nutrientes, incrementa la presencia del fitoplancton y de sus consumidores primarios, el zooplancton (Salas de León y Monreal, 2005; Espinosa *et al.*, 2012; Saldaña *et al.*, 2016). Aumentando la diversidad de especies lo que favorece la presencia de peces con hábitos altamente migratorios, incluyendo depredadores superiores (García *et al.*, 2017; Galván *et al.*, 2019). Aunado a esto se presentan fenómenos que influyen en los cambios de las condiciones oceanográficas, como el fenómeno El Niño y la mancha. Estos fenómenos producen cambios atmosféricos y en las temperaturas del agua superficial del Océano Pacífico (Espinosa, 2004; Lluch *et al.*, 2007; NOAA, 2020).

Las concentraciones de clorofila-*a* en el Noroeste del Pacífico Mexicano oscilan entre 0.1 y 0.2 mg/m³ cantidades características de las zonas oligotróficas. En general, en las zonas costeras del Pacífico Mexicano las concentraciones de clorofila-*a* son más abundantes (0.5 mg/m³). En la boca del Golfo de California las concentraciones de clorofila-*a* son de entre 0.2 y 0.4 mg/m³ (Coria *et al.*, 2017; Páez *et al.*, 2017; SAGARPA-INP, 2017).

VI. Material y métodos

6.1. Obtención de datos biológico-pesqueros

Los datos fueron registrados por observadores del Fideicomiso de Investigación para el Desarrollo del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines y otros en torno a especies Acuáticas Protegidas (FIDEMAR). Observadores científicos especialmente entrenados y evaluados para coleccionar la información abordo de las flotas palangreras del puerto de Ensenada y Mazatlán en el período 2006–2019. La información utilizada fue proporcionada por el Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP) de Ensenada del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA).

La información fue registrada en formatos que incluían datos de la embarcación, arte de pesca y equipos de navegación, maniobras de pesca y condiciones en que se realizó el calado y levante del palangre. También se registró la captura objetivo, número de lances, latitud-longitud y temperatura superficial del mar. Los ejemplares fueron sexados, al observar la presencia de los órganos copulares, gonopterigos en el caso de los machos, y la ausencia de estos órganos en las hembras. Se pesaron con báscula pesola de gancho, y medidos con un ictiómetro. Las medidas biométricas consideradas fueron la LT, LF y LP. En el caso de las hembras preñadas, se examinaron y los embriones fueron contados *in situ* (INP, 2005; Gassman *et al.*, 2014; CCRVMA, 2019).

Las características de las embarcaciones del Puerto de Ensenada y Mazatlán fueron las siguientes. Embarcaciones de mediana altura de 10 a 27 m de eslora, contaban con un motor estacionario, bodega y sistema de refrigeración mecánica de enfriamiento a base de hielo, con equipo electrónico de navegación. Los sistemas de pesca fueron operados manualmente o con apoyo de medios mecánicos. Éstas embarcaciones capturaron tiburones tanto en aguas costeras como en aguas oceánicas dentro de la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico (NOM-029-PESC-2006, 2007).

Los palangres de Mazatlán contaron con un máximo de 1,000 anzuelos. Los reinales tenían una sección de “alambrada” mínima de 20 cm. Los anzuelos fueron de tipo circular, con un tamaño mínimo igual o superior a 64 mm de largo por 22 mm de abertura, este arte de pesca suele ser colocado a los 40 m de profundidad (NOM-029-PESC-2006, 2007) para las aguas marinas ubicadas frente a la costa occidental de la Península de Baja California, consideradas desde el límite con los Estados Unidos de América, hasta un punto en la costa

por el que pasa el paralelo de los 22° 52". Los palangres de las flotas de Ensenada presentaron un número máximo de 1,200 anzuelos de tipo circular, con un tamaño mínimo igual o superior a 64 mm de largo por 22 mm de abertura y un reinal inferior a 40 metros. Este equipo de pesca suele ser utilizado en la zona marina, a una distancia de 37.02 km (20 millas náuticas) contados a partir de la línea de base con la cual se mide el Mar Territorial (NOM-029-PESC-2006, 2007).

6.2. Estructura poblacional de *Alopias pelagicus*

El POT documenta la captura de un total de 10,682 ejemplares de *A. pelagicus* de los cuales solo 9,038 tiburones contaron con los datos de LT que permitieron analizar la estructura de la población del tiburón zorro pelágico. El número total de individuos medidos (n= 9,038), se categorizó en cuatro grupos en función de su estadio de madurez: machos juveniles, hembras juveniles, machos adultos y hembras adultas para cada flota pesquera (Vögler *et al.*, 2012; Medina-Bautista, 2014). La separación entre juveniles y adultos se determinó con base en la longitud total en el que el 50% de la población alcanza la madurez sexual (LT₅₀). La LT₅₀ de *A. pelagicus* utilizada en el presente estudio corresponde a 261 cm LT en machos y 280 cm LT hembras, para individuos examinados en Ecuador (Camacho-Veloz, 2012). En el Noroeste del Pacífico Mexicano no se ha publicado una talla de madurez para machos y hembras de esta especie.

Los criterios que Camacho-Veloz (2012), emplea para clasificar a juveniles y adultos de ambos sexos fueron los siguientes. Para machos juveniles, gonopterigios de un tamaño pequeño sin extenderse, flexibles y más cortos que las puntas extremas del lóbulo de las aletas pélvicas. Gónadas (testículos) pequeños, blanquecinos, conductos de esperma directos y filiformes. En el caso de machos adultos, gonopterigios totalmente formados y rígidos, con presencia de riflondo. Con gónadas de una forma amplias, bien redondeadas, llenas de esperma de color rojizo, y los conductos espermáticos bien enrollados y llenos de esperma. En hembras juveniles ovarios pequeños que su estructura interna presenten una forma gelatinosa o granulada. Ovocitos no diferenciados o que todos sean pequeños de manera uniforme y granular. Oviductos (útero) estrechos como un hilo. En las hembras adultas, ovarios grandes, bien redondeados y ovocitos amplios del mismo tamaño.

Durante el muestreo los observadores registraron las tallas de LT, LF y longitud precaudal (LPC). Empleando esta última por ser la más precisa y representativa del tamaño, particularmente en los tiburones coludos que presentan una aleta caudal tan grande como el cuerpo (Castillo-Géniz, comunicación personal, 2021). Para convertir las tallas de LT a tallas de LPC de *A. pelagicus*, se empleó la ecuación $LPC = 6.344 + 0.5031 * LT$ para ambos sexos, al no mostrar diferencias significativas (Carrillo-Colin, comunicación personal, 2021). Para determinar la proporción anual entre sexos, se aplicó la prueba de χ^2 (Vögler *et al.*, 2012). Los intervalos de tallas se ajustaron a 10 cm tomando de referencia el estudio de Cartamil *et al.* (2011). El índice de frecuencia de las clases de tamaño, se calcularon anualmente para cada sexo. La frecuencia, expresa el número de veces que una clase de tamaño determinada se representa en la muestra anual como un porcentaje.

6.3. Distribución de la CPUE de *Alopias pelagicus*

La distribución de la CPUE fue estimada como el número de tiburones por cada 100 anzuelos (Vögler *et al.*, 2012; Godínez-Padilla, 2016). Se empleó un total de 9,038 ubicaciones georreferenciadas en donde se capturó *A. pelagicus*. Se empleó la herramienta ArcGIS versión 10.8 para construir los mapas de distribución global y por flotas combinadas para detectar las principales distribuciones de juveniles y adultos. Los datos se dividieron por trimestre, el trimestre 1 abarca de enero a marzo, el trimestre 2 de abril a junio, el trimestre 3 de julio a septiembre y el trimestre 4 de octubre a diciembre. Para la temporada verano denominado trimestre 3 (julio-septiembre) corresponde a la temporada más importante de reproducción de tiburones en el área de estudio (Bizarro *et al.*, 2009; Salomón *et al.*, 2009). Se utilizó un total de 2,441 lances para elaborar los mapas de distribución de la especie basados en cuadrantes de 1 grado x 1 grado de longitud que se sobreponen a las distribuciones de la CPUE del periodo 2006–2019. Quedando de la siguiente manera; la CPUE de *A. pelagicus* únicamente para todos los veranos del periodo 2006–2019, la CPUE para hembras maduras e inmaduras y machos maduros e inmaduros de *A. pelagicus* del periodo 2006–2019, la CPUE de las hembras maduras e inmaduras y los machos maduros e inmaduros de *A. pelagicus* únicamente para todos los veranos del periodo 2006–2019 y la CPUE por sexos combinados y tallas de *A. pelagicus* para el mismo periodo (2006–2019).

6.4. Relación entre la CPUE de *Alopias pelagicus* y diversos predictores

Se emplearon modelos aditivos generalizados (GAM) para modelar datos que no representan una relación lineal entre la variable de respuesta y las variables predictoras, que no cumplen con los supuestos de homocedasticidad y normalidad (Vögler *et al.*, 2012). La variable de respuesta fue la CPUE y las variables predictoras fueron la TSM, la clorofila-*a*, número de anzuelos y años (Vögler *et al.*, 2012; Faraway, 2016). La TSM se obtuvo del sitio oficial de la NOAA (<https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov/>) y los valores de clorofila-*a* fue obtenida del sensor remoto MODIS (aqua) con una resolución espacial de 4 km. Para puntualizar la concentración de clorofila-*a* en el área de estudio, se utilizó el método kriging (Zuur *et al.*, 2009).

Antes de aplicar los análisis GAM fue necesario aplicar un análisis Spearman (no paramétrico) para medir la correlación entre las variables predictoras seleccionadas por cada flota. Las correlaciones que resultaron altas ($r=0.50$) o muy altas ($r=0.70$) no se utilizaron para construir los GAM debido al fenómeno de colinealidad (Vögler *et al.*, 2012). Por ello se descartaron las variables de longitud y latitud, por tener un valor de $r>0.50$. El análisis de los GAM se ejecutó en el programa R versión 4.0.3 (R Core Team, 2020). El mejor modelo se seleccionó con base en el puntaje de validación cruzada generalizada (VCG) y el porcentaje de desviación explicada (DE%) (Faraway, 2016).

Los GAM es una extensión del Modelo Lineal Generalizado, su propósito es estudiar el efecto de cada variable explicativa (TSM, clorofila-*a*) sobre la variable de respuesta (CPUE) para obtener predicciones precisas (Aguilar-Barreiro, 2019). Hasta este punto, se han agregado variables continuas a los modelos con una función lineal, como sucede en la mayoría de los datos pesqueros cuando los relacionamos con variables ambientales (Garcés-García, comunicación personal, 2021). En todos los casos, solo se hizo una suposición sobre la forma paramétrica la cual se ajustará a los datos. Teniendo más de una variable explicativa, pero sin una razón para elegir una forma paramétrica particular que describa la relación entre las variables explicativas y la variable de respuesta. Aquí entra la función de los GAM, porque le permiten capturar la forma de una relación entre x y y mediante el ajuste de funciones de regresión, que se utilizan dentro del programa R (Zuur *et al.*, 2009).

VII. Resultados

Se analizó la captura total de 2,441 lances y la estructura de tallas de captura de 9,038 individuos medidos del tiburón zorro pelágico (*Alopias pelagicus*). La figura 2, muestra la distribución espacial de los lances para cada flota pesquera. El color azul señala los lances de las capturas de la flota de Ensenada y el color rojo la flota de Mazatlán, durante el periodo de muestreo del presente estudio 2006–2019. Los lances de la flota de Ensenada se distribuyeron frente a la costa occidental de la Península de Baja California, al Norte del Pacífico Mexicano. Los lances de la flota de Mazatlán, se hallaron frente a las costas de Baja California Sur, la entrada del Golfo de California y Nayarit, pertenecientes al Pacífico Norte y el Pacífico Tropical. Ambas flotas pescaron dentro de la Zona Económica Exclusiva de México, sin sobrepasar la franja marítima que sigue el mar territorial.

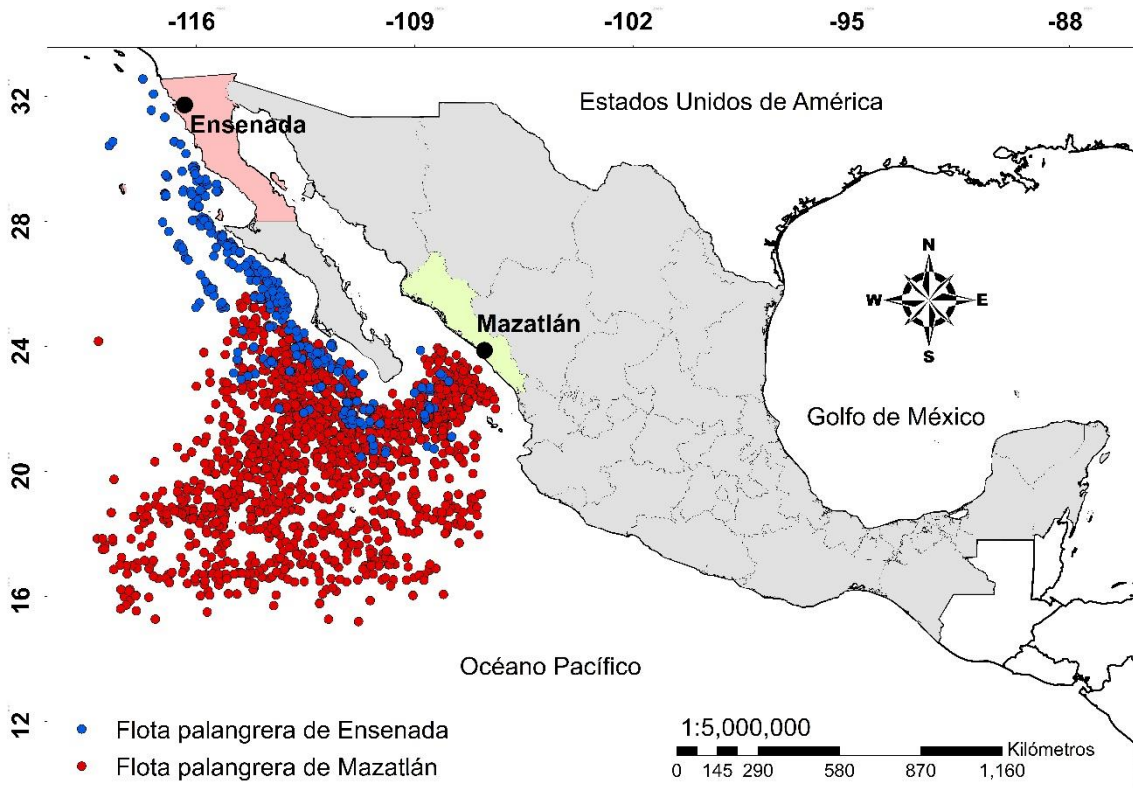


Figura 2. Distribución espacial de los lances para cada flota palangrera durante el periodo 2006–2019.

7.1. Proporción sexual de las capturas por cada flota

Mediante la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes se determinó una diferencia significativa entre las tallas de los machos y las hembras del puerto de Ensenada ($U= 22.52$, $p= <0.0001$) y para el puerto de Mazatlán ($U= 11.15$, $p= <0.0001$). La longitud máxima encontrada en el presente estudio para hembras (229.22 cm LP) fue mayor que la de los machos (225.19 cm LP), lo cual es algo común entre los tiburones (Compagno, 2001; Smith *et al.*, 2008). En la proporción de sexos también existieron diferencias significativas. Para la flota de Ensenada ($\chi^2= 28.783$, $p=<0.001$, $df=1$), por cada hembra se observaron dos machos. Para la flota de Mazatlán ($\chi^2= 473.46$, $p= <0.001$, $df=1$) por cada hembra capturada hubo tres machos. En general se observaron más machos capturados que hembras.

7.2. Estructura poblacional de *Alopias pelagicus*

La tabla 1 muestra la captura de machos juveniles, hembras juveniles, machos adultos y hembras adultas capturadas por la flota de Ensenada. El trimestre con menor captura fue el dos, con 38 juveniles y 12 adultos. Mientras que el trimestre con mayor captura fue el tres, con 418 juveniles y 547 adultos. Durante todo el periodo se capturaron más hembras juveniles (n= 468).

Tabla 1. Captura de machos y hembras, adultos y juveniles por trimestre de la flota de Ensenada periodo 2006–2019.

Trimestre	Juveniles		Adultos		Total, de <i>A. pelagicus</i> capturados
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
1	15	34	20	5	74
2	13	25	10	2	50
3	105	313	332	215	965
4	15	96	78	44	233
Captura total					1,322

La tabla 2 muestra la captura de machos juveniles, hembras juveniles, machos adultos y hembras adultas capturadas por la flota de Mazatlán. El trimestre con menor captura fue el uno, con 912 juveniles y 524 adultos. Mientras que el trimestre con mayor captura fue el cuatro, con 1,557 juveniles y 865 adultos. Durante todo el periodo se capturaron más hembras juveniles (n= 2,966).

Tabla 2. Captura de machos y hembras, adultos y juveniles por trimestre de la flota de Mazatlán periodo 2006–2019.

Trimestre	Juveniles		Adultos		Total, de <i>A. pelagicus</i> capturados
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
1	347	565	369	155	1,436
2	697	845	475	112	2,129
3	570	618	422	119	1,729
4	619	938	650	215	2,422
Captura total					7,716

7.2.1. Tallas de captura (LPC)

Se establecieron catorce clases de tallas (LPC) para los 9,038 tiburones medidos que se capturaron por las flotas palangreras de Ensenada y Mazatlán con un intervalo de 10 cm para cada clase de talla.

7.2.2. Flota palangrera de Ensenada

La flota de Ensenada capturó un total de 2,904 tiburones de los cuales 1,322 tiburones fueron medidos y representan la estructura poblacional de *A. pelagicus* conformada por 616 juveniles y 706 adultos (figura 3). Se midieron 588 machos y 734 hembras, la talla promedio fue de 142 cm LPC para ambos sexos y dominaron principalmente las hembras inmaduras de 137–147 cm LPC.

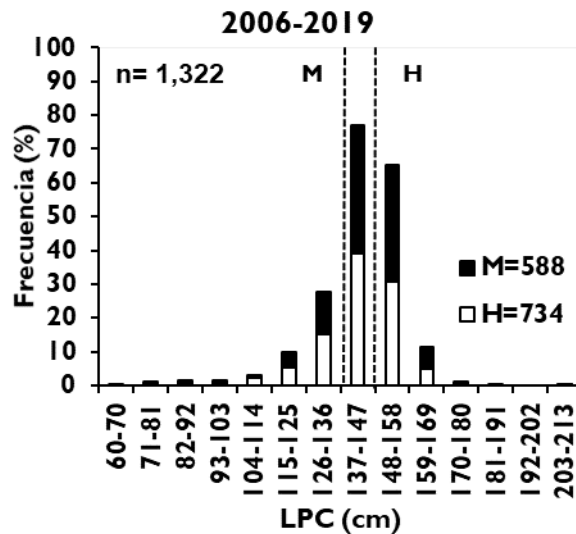


Figura 3. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados por la flota de Ensenada durante todo el periodo de estudio 2006–2019. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

De los cuatro trimestres que conforma el periodo de estudio 2006–2019, el trimestre con el mayor número de tiburones medidos fue el trimestre 3 (figura 4), el número total de tiburones medidos fue de 965, conformado por 437 machos y 528 hembras. Dominaron las hembras con un intervalo de tallas de 137–147 cm LPC. En el trimestre 2 se midieron menos tiburones (n=50) con 23 machos y 27 hembras, el intervalo de talla con mayor frecuencia fue de 137–147 cm LPC.

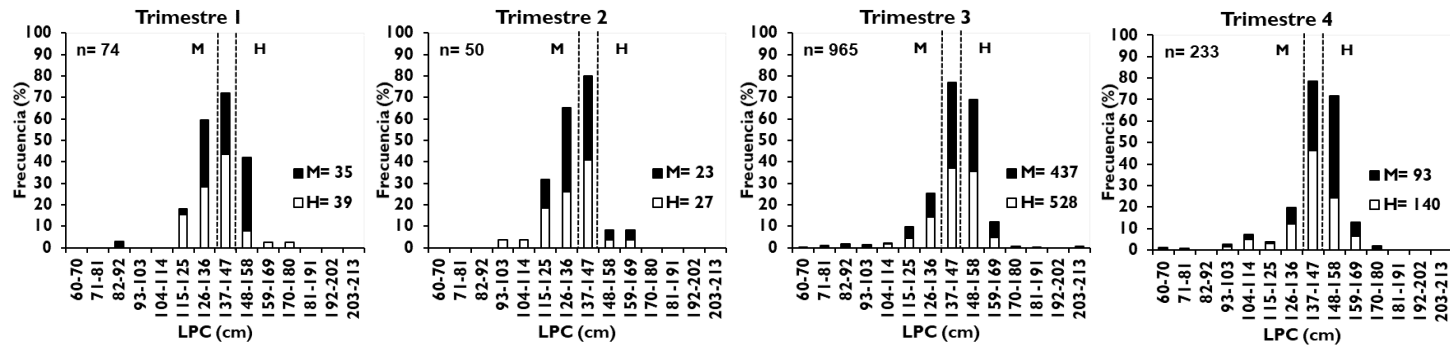


Figura 4. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados por la flota de Ensenada por sexo separado. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

En el primer trimestre, los intervalos de talla con mayor frecuencia estuvieron las hembras inmaduras de 137–147 cm LPC (figura 5). Los intervalos con menor frecuencia consistieron en hembras maduras de 159–169 cm y 170–180 cm LPC. Durante todo el trimestre se capturaron más hembras que machos, el año con mayor captura fue el 2007 y el de menor captura fue el año 2015.

En el segundo trimestre, los intervalos de talla con mayor frecuencia de las hembras inmaduras fue el de 137–147 cm LPC (figura 6). Mientras que los intervalos con menor frecuencia consistieron en hembras inmaduras de 93–103 cm y de 104–114 cm LPC y hembras maduras de 148–158 cm y de 159–169 cm de LPC. Durante todo el periodo se capturaron más hembras que machos, el año con mayor captura fue el 2015 y el de menor captura fue el año 2007. En el tercer trimestre, el intervalo de talla con mayor frecuencia de los machos maduros fue el de 137–147 cm LPC (figura 7). Los intervalos con menor frecuencia consistieron en hembras maduras de 170–180 cm y de 202–213 cm LPC. Durante todo el periodo se capturaron más hembras que machos, el año con mayor captura fue el 2017 y el de menor captura fue el año 2011. En el cuarto trimestre, los intervalos de talla con mayor frecuencia estuvieron los machos maduros de 148–158 cm LPC (figura 8). Los intervalos con menor frecuencia consistieron en hembras inmaduras de 71–81 cm y hembras maduras de 170–180 cm LPC. Durante todo el periodo se capturaron más hembras que machos, el año con mayor captura fue el 2016 y el de menor captura fue el año 2007.

Trimestre 1

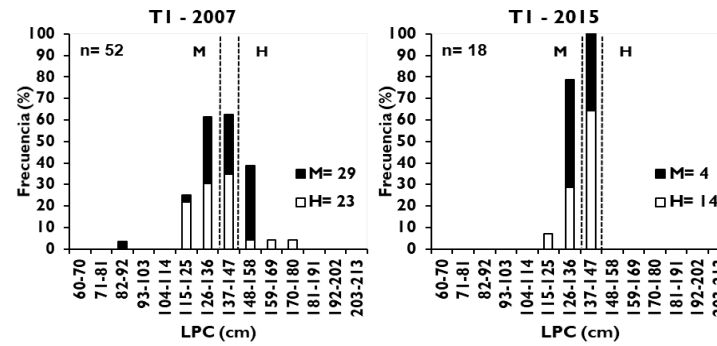


Figura 5. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre I (TI) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

Trimestre 2

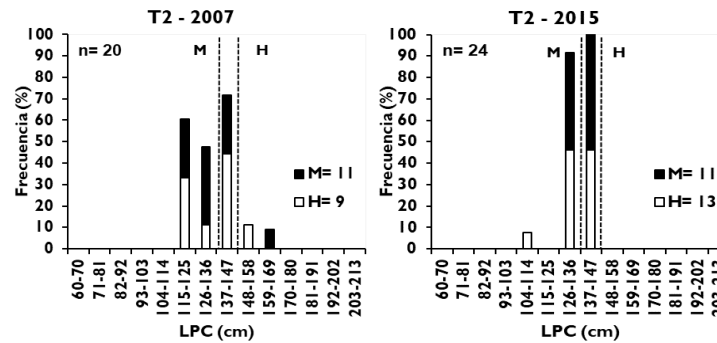


Figura 6. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre 2 (T2) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

Trimestre 3

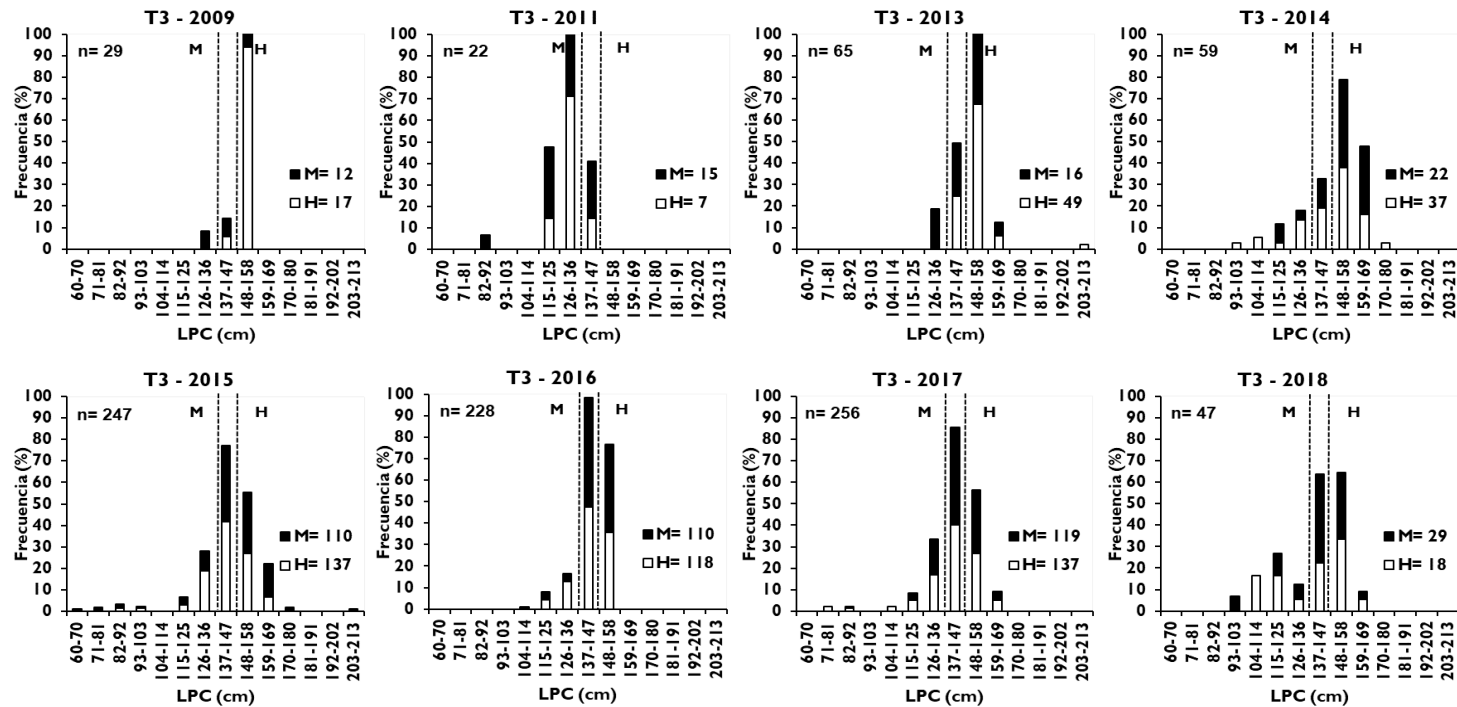


Figura 7. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre 3 (T3) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica el tamaño aproximado de la madurez (Camacho-Veloz, 2012).

Trimestre 4

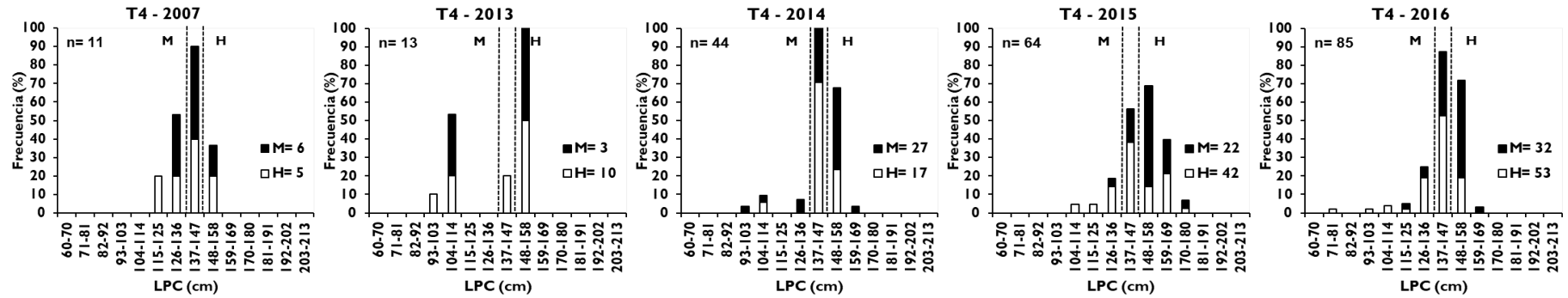


Figura 8. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre 4 (T4) por año de la flota de Ensenada. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

7.2.3. Flota palangrera de Mazatlán

La flota de Mazatlán capturó un total de 7,778 tiburones de los cuales 7,716 tiburones fueron medidos y representan la estructura poblacional de *A. pelagicus* (figura 9) conformada por 5,199 juveniles y 2,517 adultos. Se midieron 4,149 machos y 3,567 hembras, la talla promedio fue de 133.58 cm LPC para ambos sexos y dominaron principalmente los machos maduros de 137–147 cm LPC.

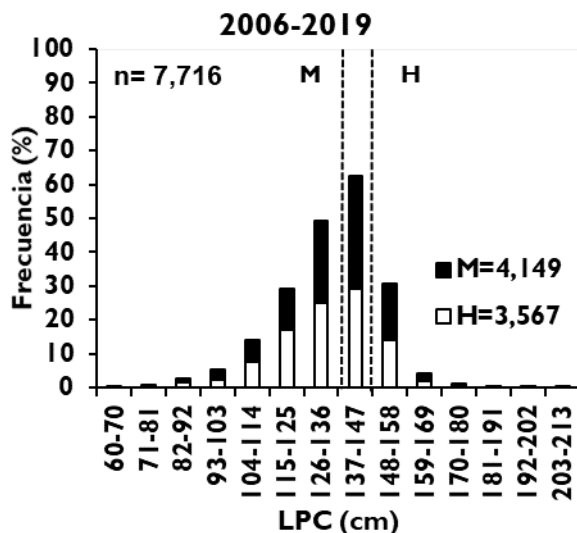


Figura 9. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados por la flota de Mazatlán durante todo el periodo de estudio 2006–2019. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

De los cuatro trimestres que conforma el periodo de estudio 2006–2019, el trimestre con el mayor número de tiburones medidos fue el trimestre 4 (figura 10) el número total de tiburones medidos fue de 2,422 conformado por 1,269 machos y 1,153 hembras. Dominaron las hembras con un intervalo de tallas de 137–147 cm LPC. En el trimestre 1 se midieron menos tiburones (n=1,436) con 716 machos y 720 hembras, el intervalo de talla con mayor frecuencia fue de 137–147 cm LPC.

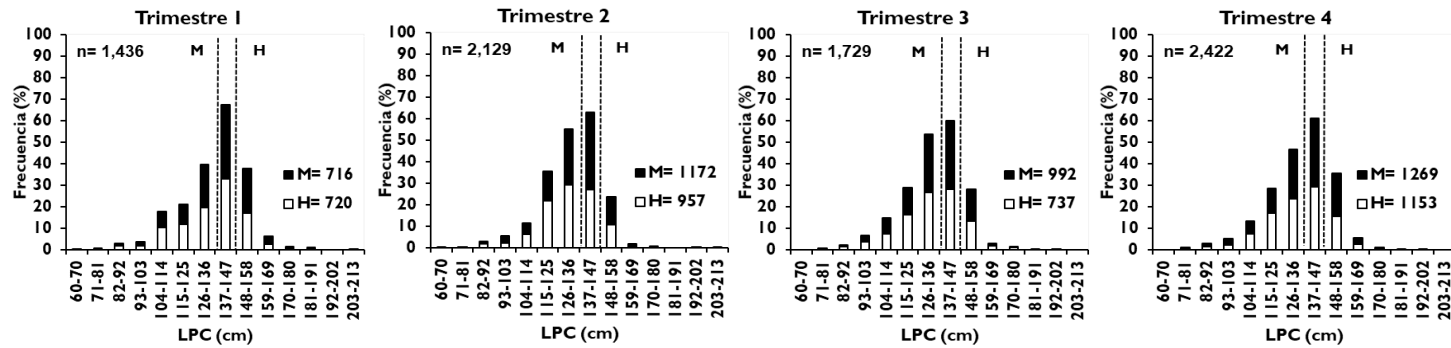


Figura 10. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados por la flota de Mazatlán por sexo separado. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

En el primer trimestre, los intervalos de talla con mayor frecuencia estuvieron los machos maduros de 137–147 cm LPC (figura 11). Los intervalos con menor frecuencia consistieron en hembras inmaduras de 60–70 cm LPC. Durante todo el trimestre se capturaron más hembras que machos, el año con mayor captura fue el 2013 y el de menor captura fue el año 2009.

En el segundo trimestre, los intervalos de talla con mayor frecuencia de los machos maduros fue el de 137–147 cm LPC (figura 12), mientras que los intervalos con menor frecuencia también consistieron en machos inmaduros de 71–81 cm LPC. Durante todo el trimestre se capturaron más machos que hembras, el año con mayor captura fue el 2011 y el de menor captura fue el año 2006. En el tercer trimestre, el intervalo de talla con mayor frecuencia de los machos maduros fue el de 137–147 cm LPC (figura 13). Los intervalos con menor frecuencia consistieron en machos maduros de 181–191 cm LPC. Durante todo el trimestre se capturaron más machos que hembras, el año con mayor captura fue el 2016 y el de menor captura fue el año 2018. En el cuarto trimestre, los intervalos de talla con mayor frecuencia estuvieron los machos maduros de 137–147 cm LPC (figura 14). Los intervalos con menor frecuencia consistieron en machos maduros de 192–202 cm LPC. Durante todo el trimestre se capturaron más machos que hembras, el año con mayor captura fue el 2010 y el de menor captura fue el año 2009.

Trimestre 1

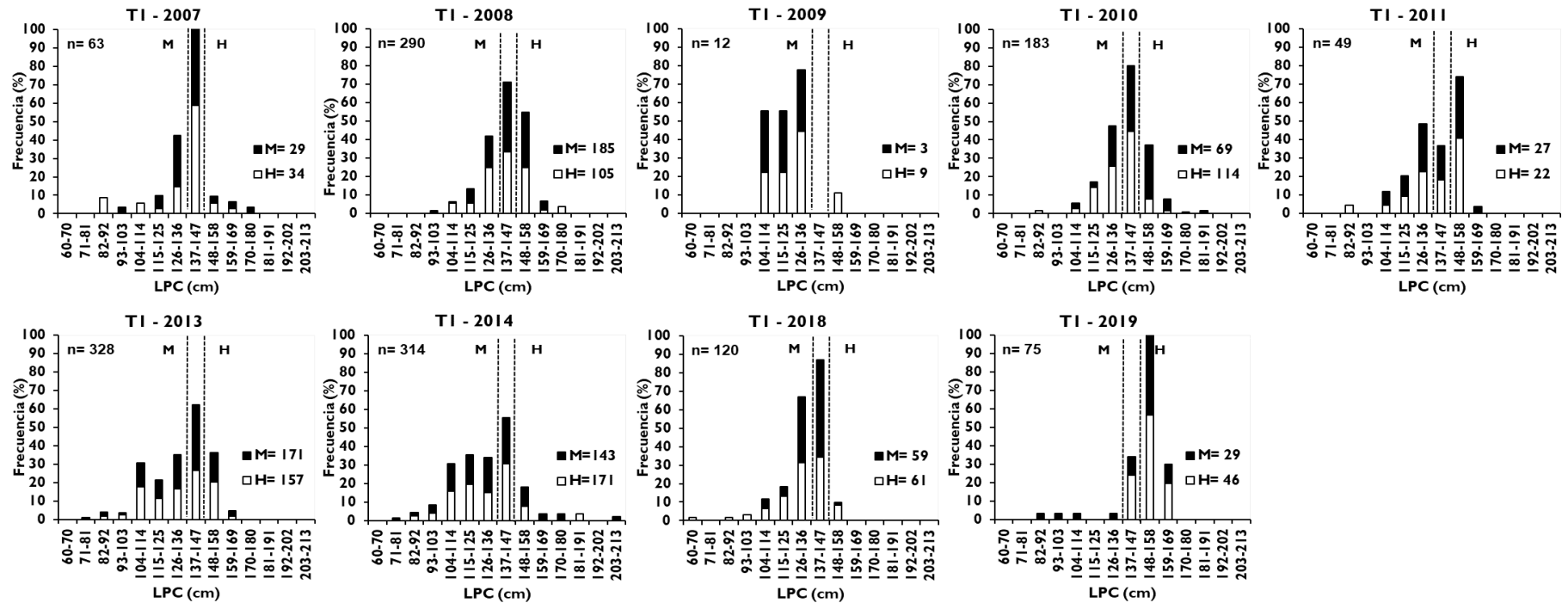


Figura 11. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre I (TI) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

Trimestre 2

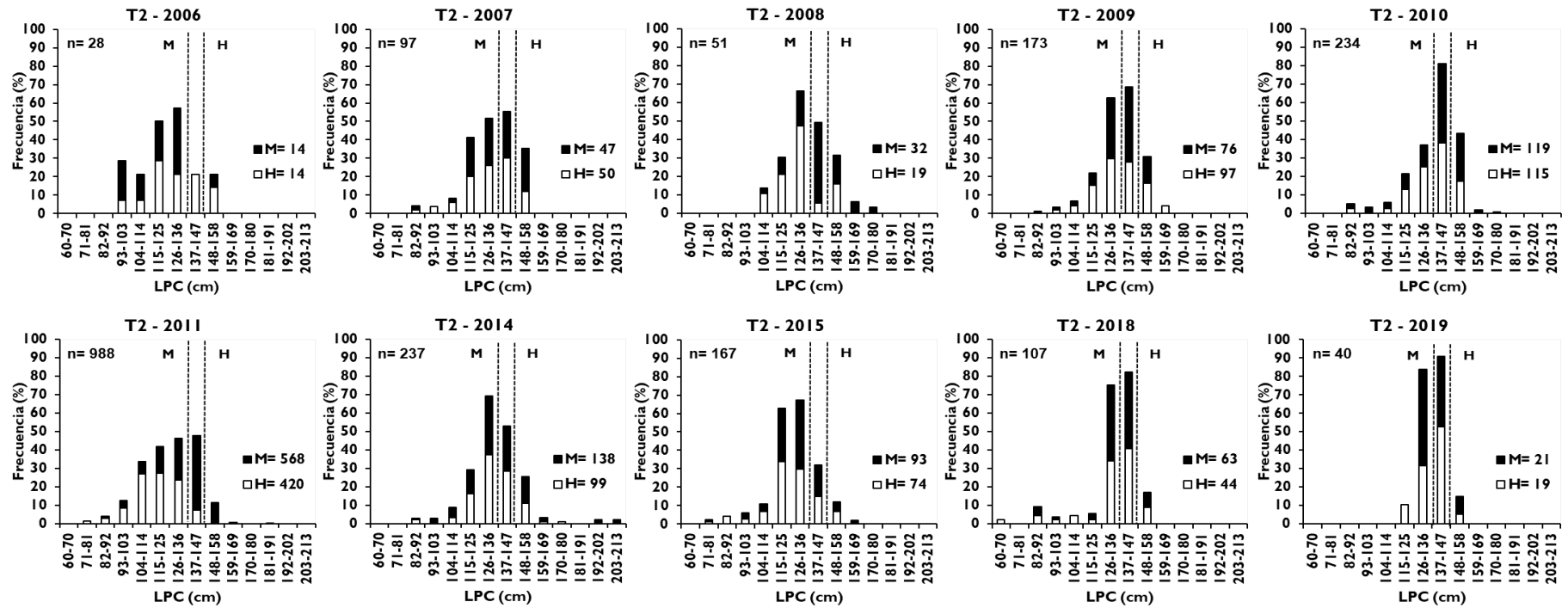


Figura 12. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre 2 (T2) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

Trimestre 3

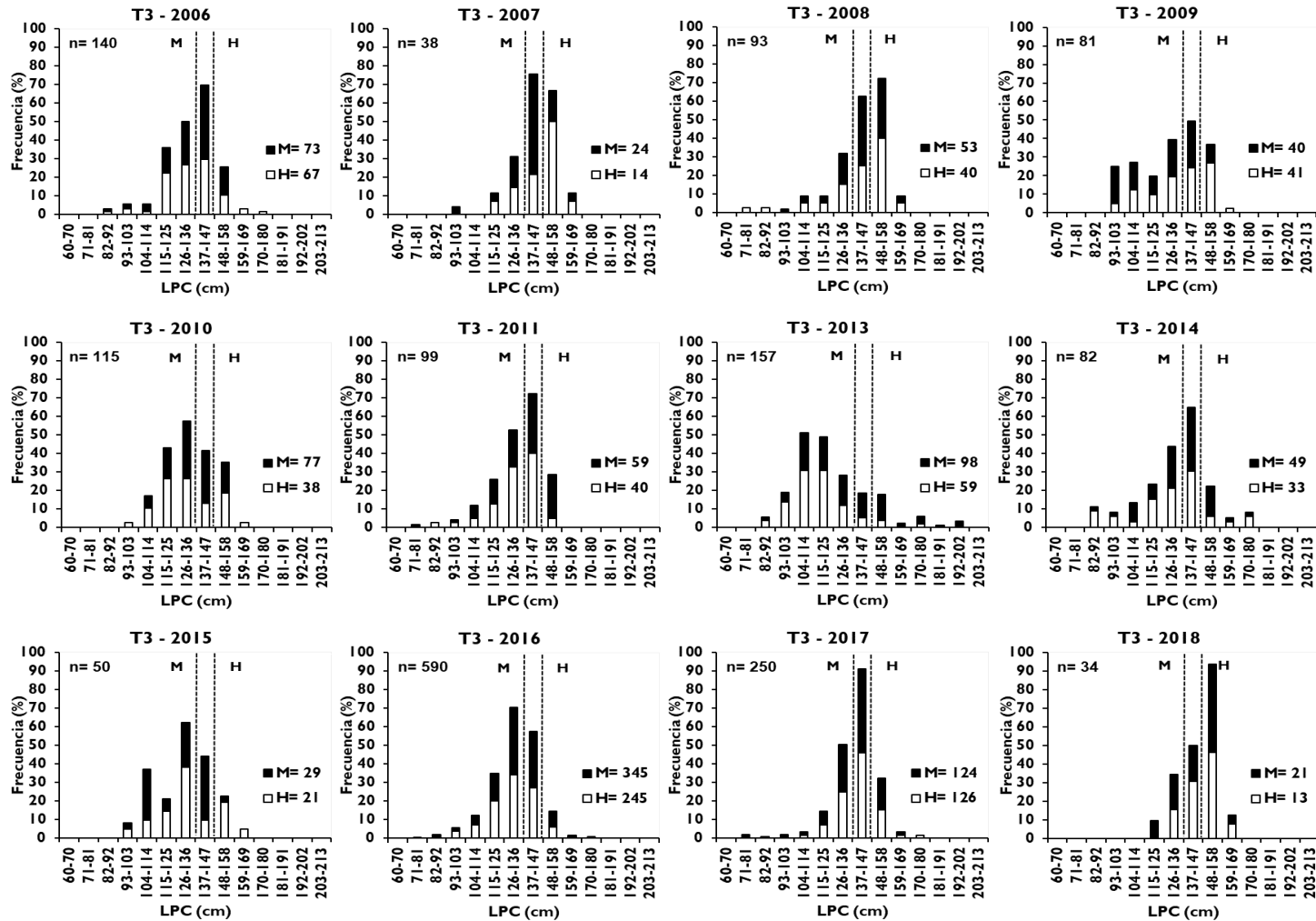


Figura 13. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre 3 (T3) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

Trimestre 4

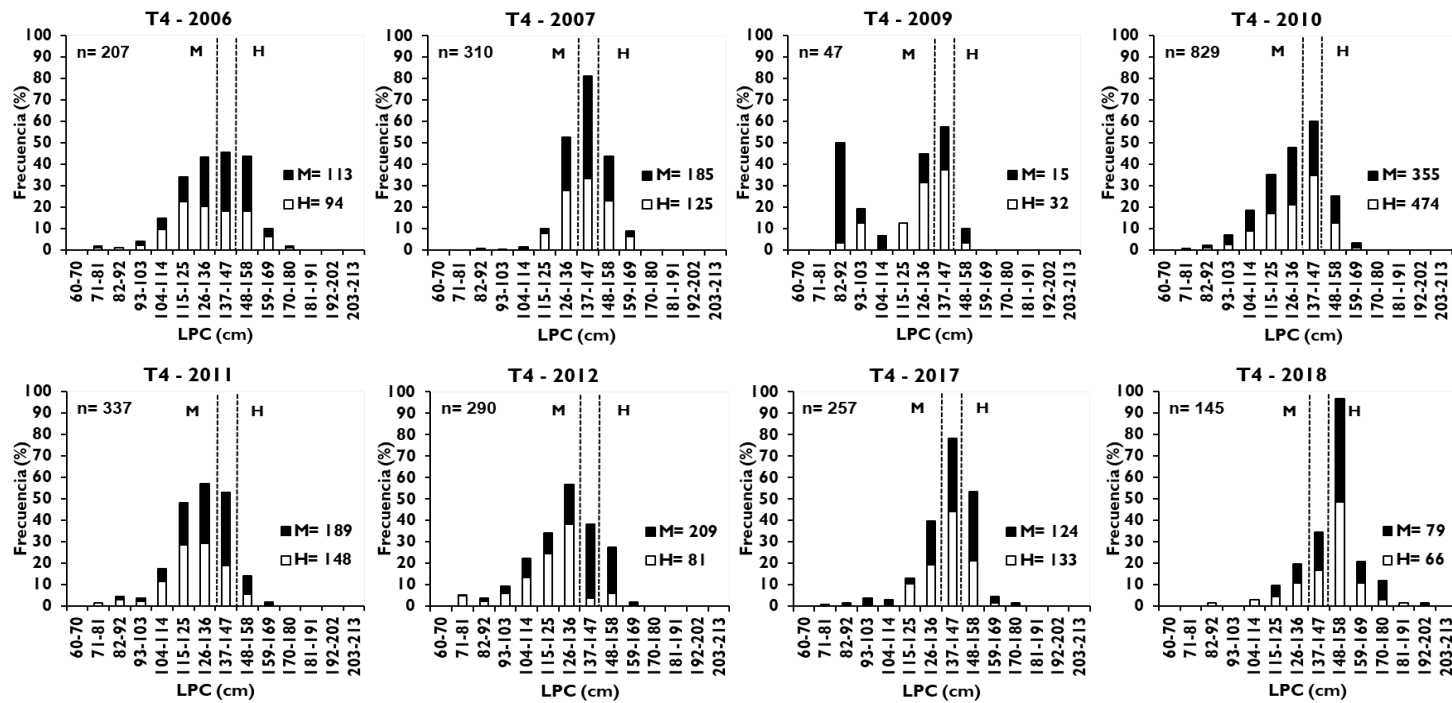


Figura 14. Tallas (LPC) de *A. pelagicus* capturados en el trimestre 4 (T4) por año de la flota de Mazatlán. La letra n se refiere al número de organismos medidos. Se presentan machos (M) y hembras (H). Las líneas punteadas indica la talla de madurez de hembras y machos (Camacho-Veloz, 2012).

7.3. Principales áreas de captura de los juveniles y adultos de *Alopias pelagicus*

Se detectaron las principales áreas de captura de juveniles y adultos de *A. pelagicus* incluidas ambas flotas (Ensenada y Mazatlán) periodo 2006–2019. Se registraron 5,815 tiburones juveniles y 3,223 tiburones adultos (figura 15).

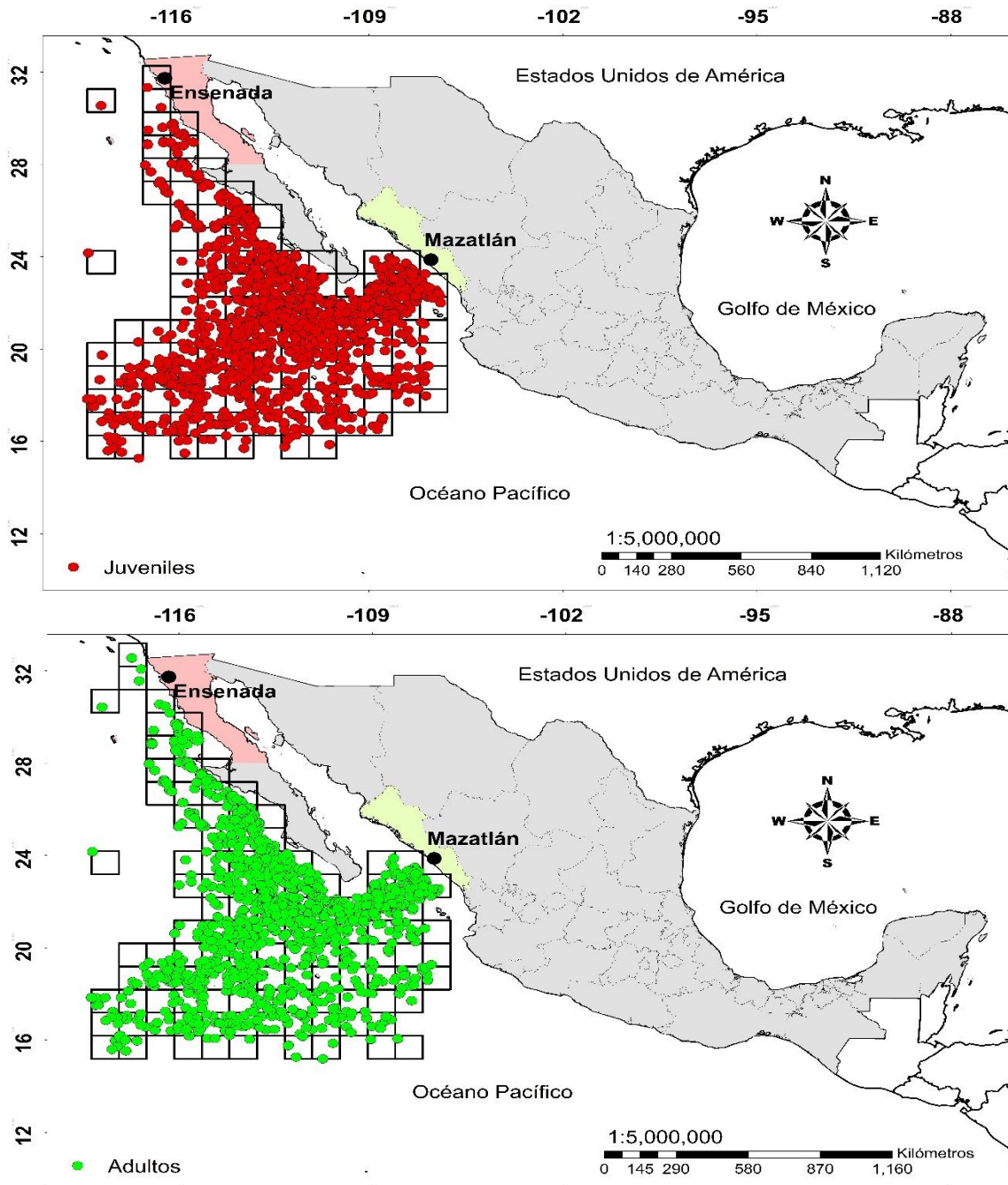


Figura 15. Principal área de captura de juveniles y adultos (machos y hembras) de la especie *A. pelagicus* capturado por ambas flotas (Ensenada y Mazatlán) en el periodo 2006–2019.

7.4. Análisis de la distribución de capturas por sexos de *Alopias pelagicus* en verano y durante 2006–2019

Se documentaron más capturas de machos en aguas templadas (17°C – 25°C) a partir del año 2014 (Figura 16) cuando la TSM en el Golfo de California incrementó. Se capturaron menos machos y hembras de *Alopias pelagicus* en el año 2019, esto podría estar influenciado por la disminución paulatina del POT.

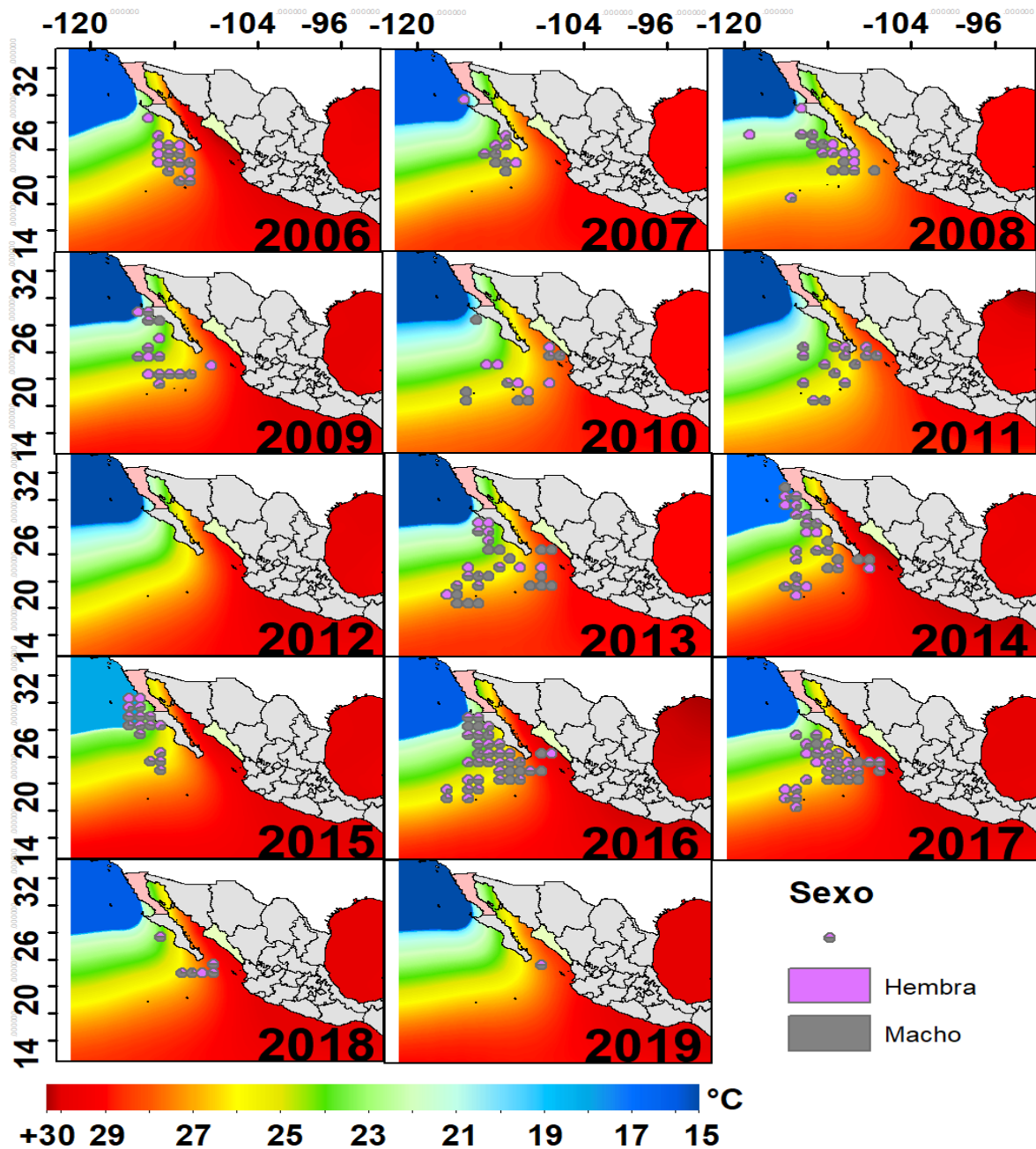


Figura 16. Distribución de las capturas de hembras en verano (color lila) y machos (color gris) de *A. pelagicus* capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).

En la figura 17a se puede observar que la mayoría de las hembras capturadas fueron inmaduras y éstas se distribuyeron en intervalos de temperatura cálidas de 23 a 28.2°C. Por otra parte, las hembras maduras (151–241 cm LPC) se distribuyeron en intervalos de TSM de 14.1 a 22°C. Tanto los machos maduros (138–241 cm LPC) como inmaduros (60–137 cm LPC) se distribuyeron en intervalos de 14.1°C a 28°C (Figura 17b).

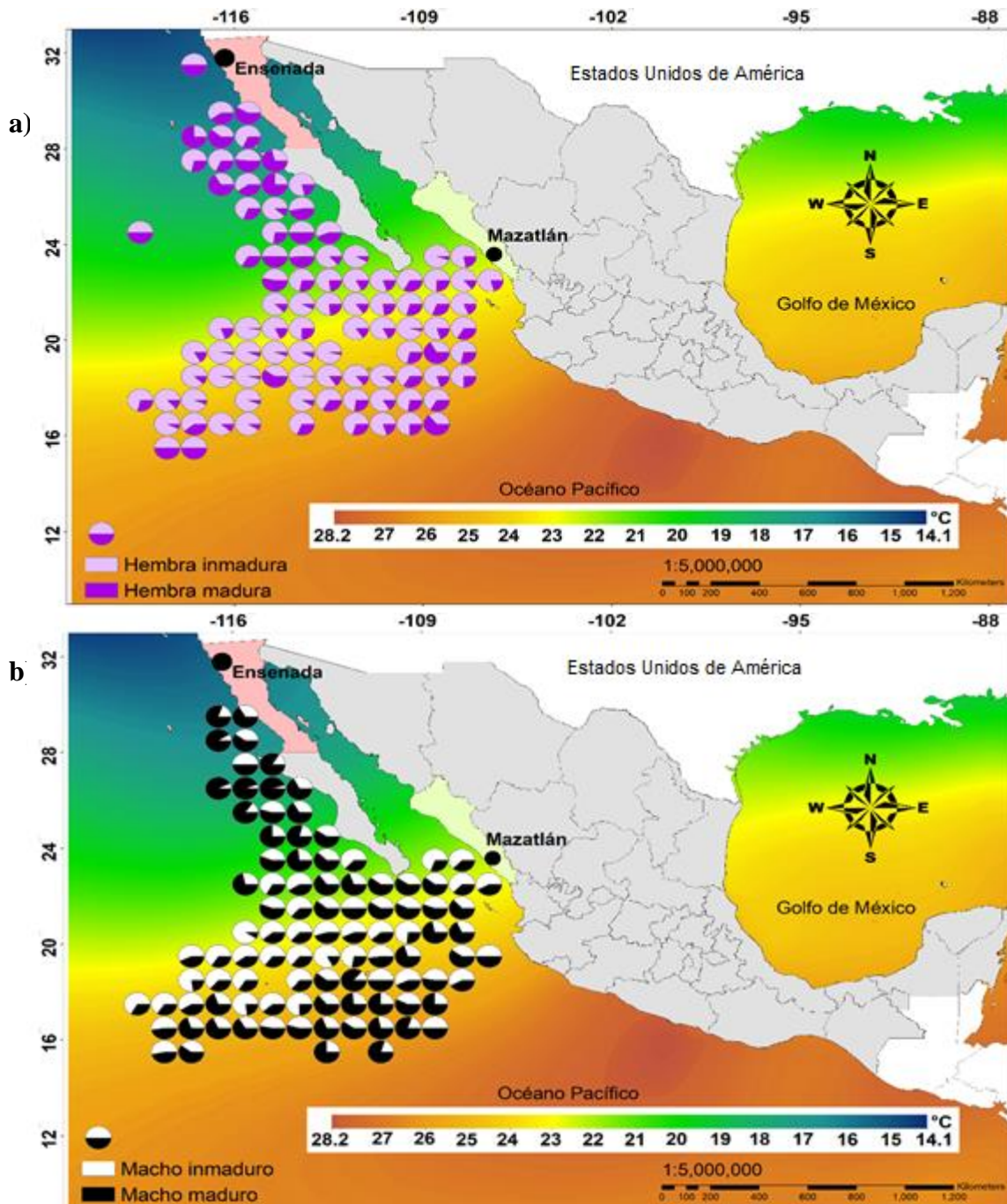


Figura 17. Distribución de las capturas de hembras (inmaduras color claro y maduras color oscuro, figura a) y machos (inmaduros color blanco y maduros color negro, figura b) de *A. pelagicus* capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).

7.5. Análisis de la distribución de la CPUE y de estadios de *Alopias pelagicus* en verano

La CPUE total de *A. pelagicus* varió durante el periodo 2006–2019, cuando la TSM aumentó, se incrementó la CPUE. En el periodo de verano (julio-septiembre) cuando la TSM fue mayor a 27°C *A. pelagicus* se dirigió hacia el norte del Pacífico Mexicano al igual que las flotas palangreras pescaron más al norte (Figura 18). A partir del año 2008 el número de viajes y lances disminuyó, debido a la reducción paulatina en los presupuestos de operación destinados al programa de observadores de tiburón (Castillo *et al.*, 2021).

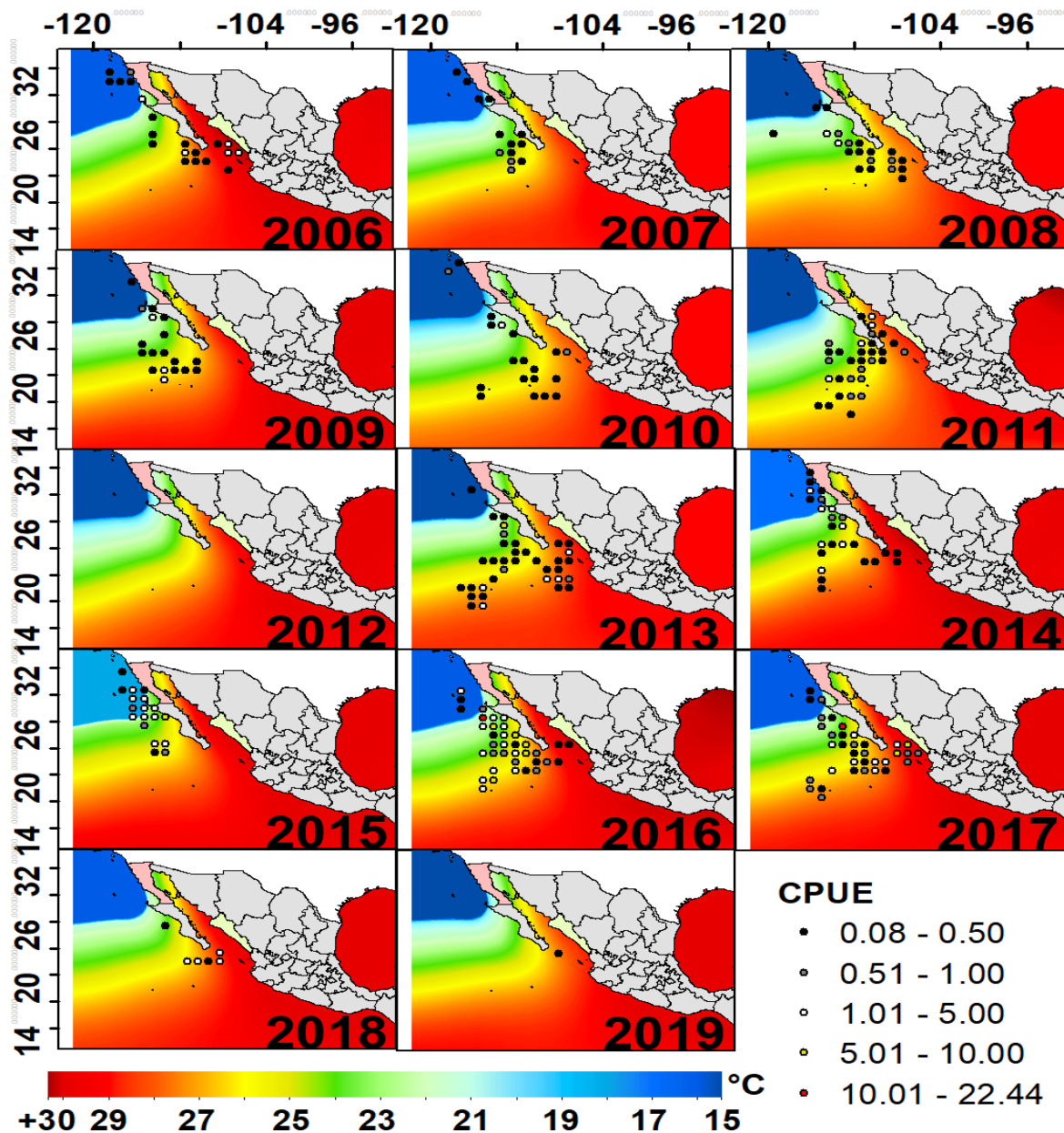


Figura 18. Distribución de CPUE total de *A. pelagicus* capturados en verano en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).

La mayoría de las hembras inmaduras se distribuyeron en un intervalo de TSM de 23–26°C; mientras que las maduras se distribuyeron en un intervalo de TSM de 15–26°C, particularmente del año 2014 (Figura 19). A finales de este año (2014) se intensificó la presencia del fenómeno denominado El Niño en conjunto con La Mancha. Trayendo consigo la presencia de aguas más cálidas en el Noroeste del Pacífico Mexicano. Ocasionando que las hembras inmaduras se distribuyeran más al norte. Cabe mencionar que, debido a una disminución presupuestal, disminuyó la participación de los observadores en el año 2012.

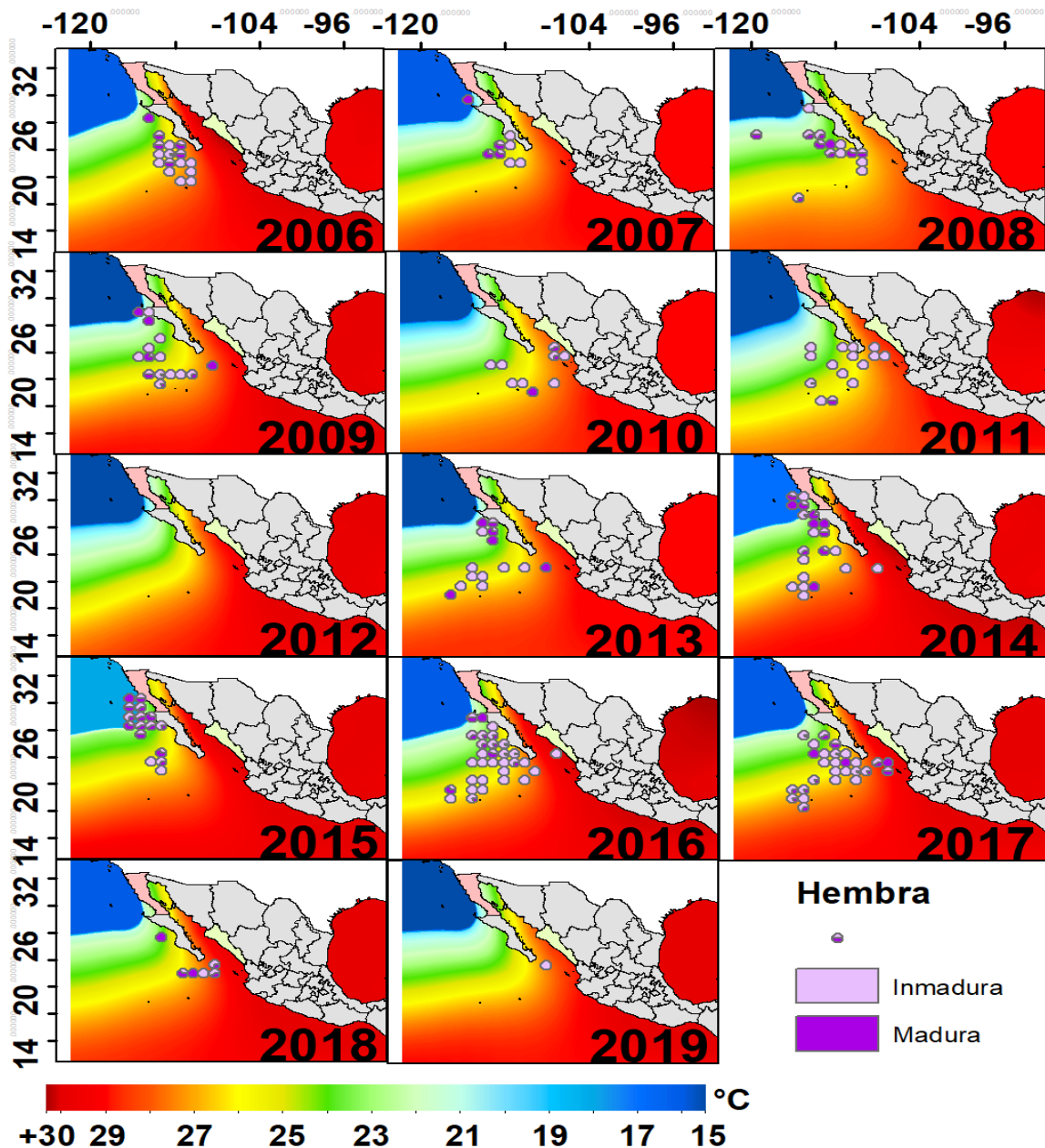


Figura 19. Distribución de CPUE de hembras (inmaduras y maduras) de *A. pelagicus* capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).

En la figura 20 se muestra que la mayoría de los machos se distribuyeron en intervalos de TSM de 19–29°C, por ejemplo, del año 2014, 2015 y 2016. Por el contrario, los machos inmaduros se distribuyeron en intervalos de 23–28°C como se puede observar del año 2006 a 2011, 2013, 2014, 2016 y 2017. A partir del año 2014 en adelante tanto los machos inmaduros como los machos maduros se distribuyeron más al norte, frente a la península occidental de Baja California en busca de aguas más cálidas de 19–26°C. Razón por la cual pudo estar influenciada por la presencia de aguas cálidas provocada por los fenómenos climáticos (El Niño y La mancha) que se formaron a partir del invierno del año 2013.

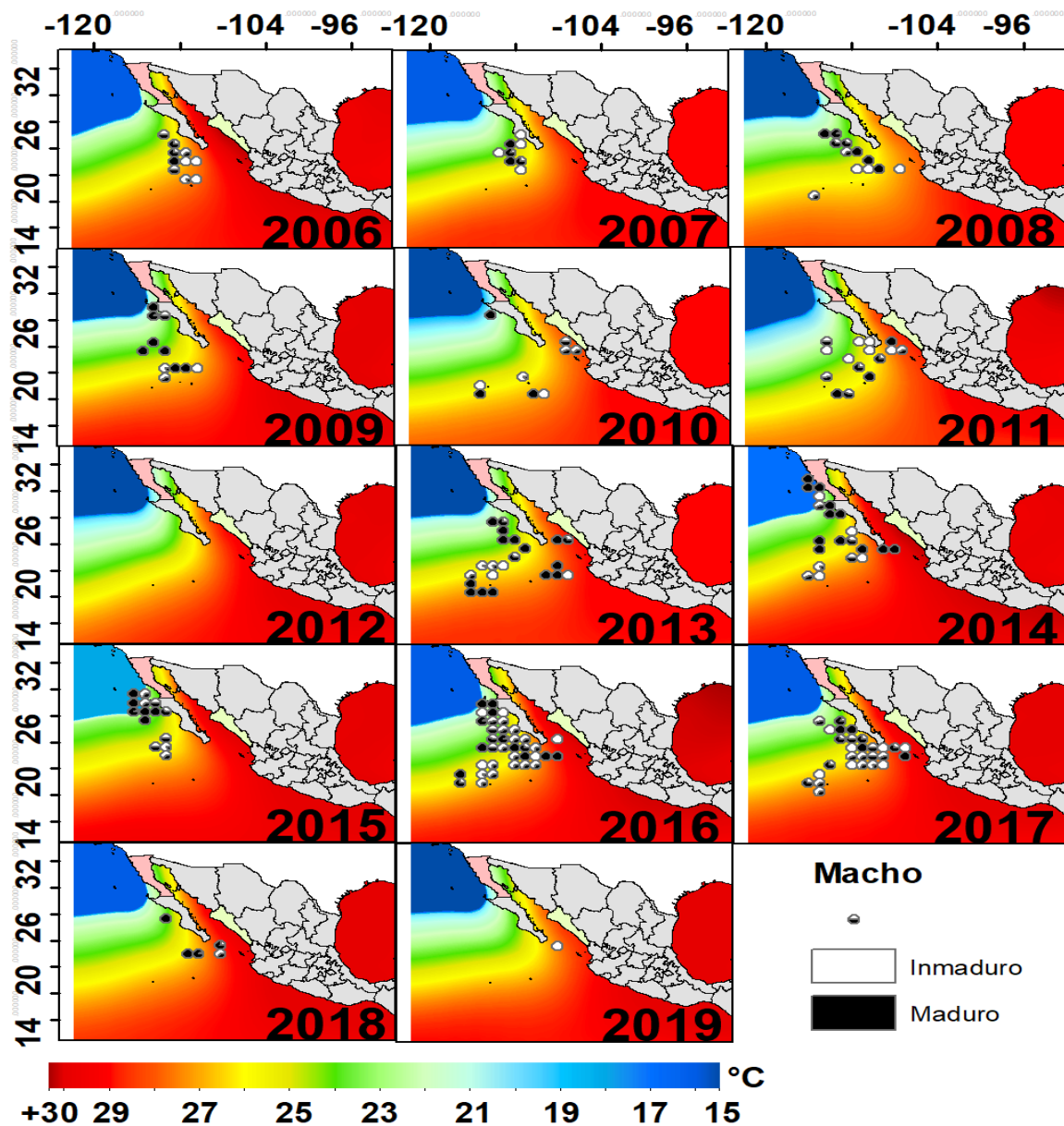


Figura 20. Distribución de CPUE de machos (inmaduros color blanco y maduros color negro) de *A. pelagicus* capturados en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019). El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).

La CPUE que realizó la flota de Ensenada se observa en la figura 21. La mayor CPUE de *A. pelagicus* fue frente a la costa occidental de la Península de Baja California, desde el límite con los Estados Unidos de América hasta la entrada del Golfo de California. El intervalo de la TSM fue de 14 a 23°C. Por otra parte, la mínima CPUE reportada en el presente estudio fue en la entrada del Golfo de California con un intervalo de TSM de 23 a 26°C.

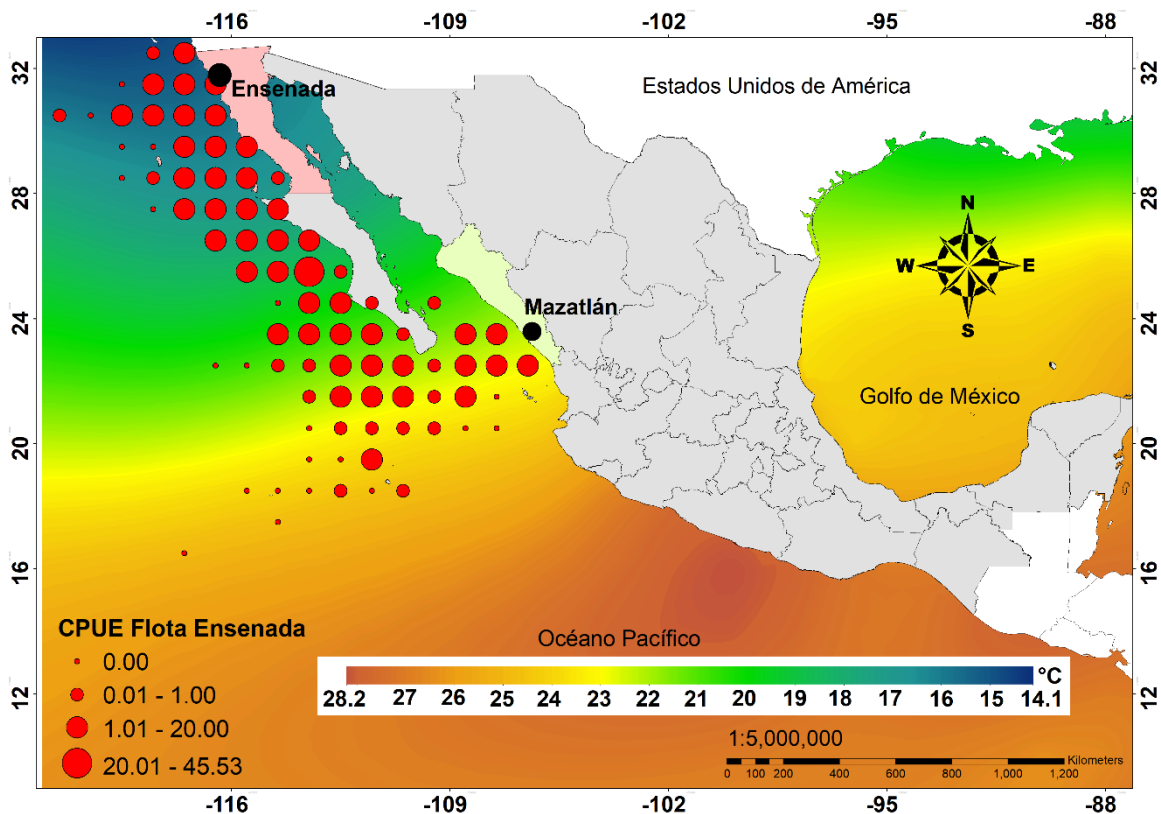


Figura 21. Distribución de la CPUE de *A. pelagicus* en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019) por la Flota de Ensenada. El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).

La CPUE que realizó la flota de Mazatlán se observa en la figura 22. La máxima CPUE de *A. pelagicus* fue frente a la costa de Baja California Sur y la entrada del Golfo de California dentro de la Zona Económica Exclusiva de México (ZEE). El intervalo de la TSM fue de 20 a 27°C. Por otra parte, la mínima CPUE fue más al norte de la costa de Baja California Sur, con un intervalo de TSM de 19 a 21°C.

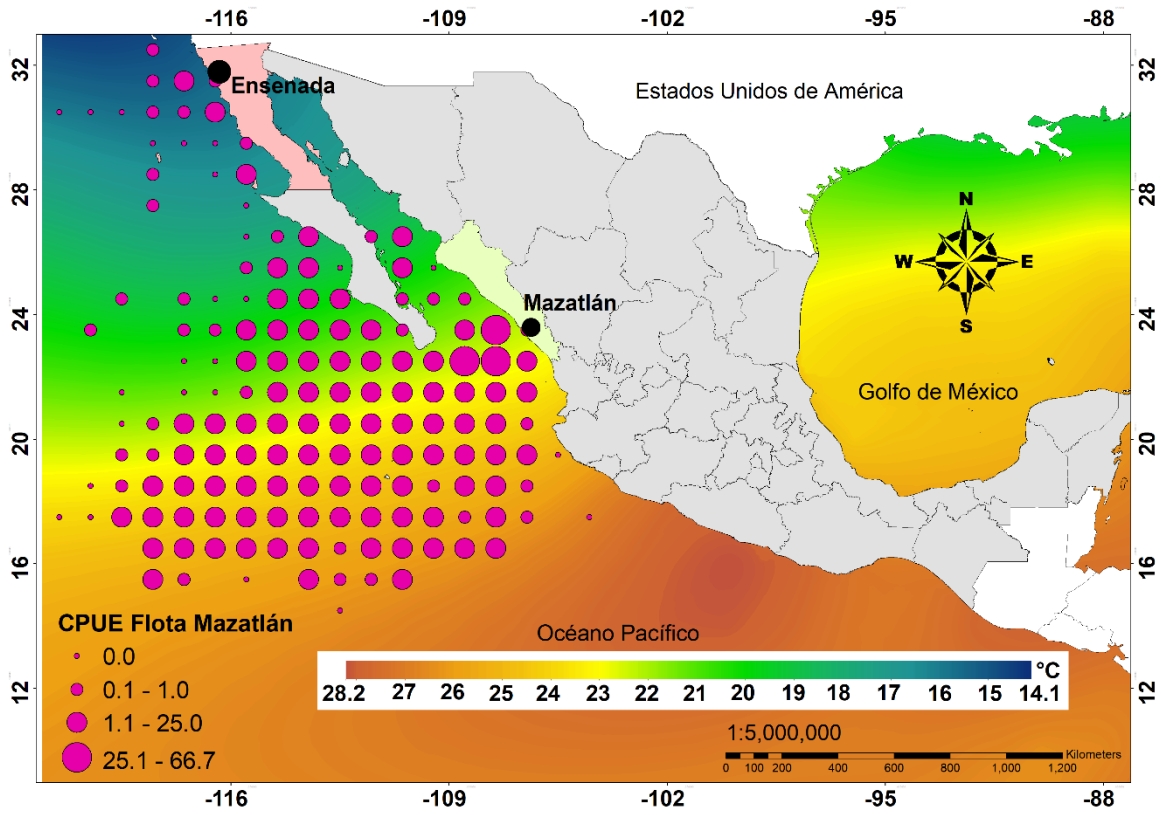


Figura 22. Distribución de la CPUE de *A. pelagicus* en el Noroeste del Pacífico Mexicano (2006–2019) por la Flota de Mazatlán. El color indica los campos de la temperatura superficial del mar (TSM).

7.6. Relación entre la CPUE de *Alopias pelagicus* y las variables predictoras

Con base en el análisis de los modelos aditivos generalizados (GAM) entre la CPUE de la flota de Ensenada y los efectos de las variables predictoras como la TSM, clorofila-*a*, número de anzuelos y el año, se obtuvo que el modelo con mayor porcentaje de desviación explicada fue el modelo 6 (Tabla 3). El cual representó el 34.20% del porcentaje de desviación explicada (%DE). Incluye la CPUE más la interacción de la temperatura y la clorofila-*a*, los valores fueron significativos ($F=2.283$, $P<0.001$). La variable predictora “año” no fue significativa como el resto de las variables ($t=0.47170$, $P=<0.12$). Por otra parte, la clorofila-*a* de manera independiente fue significativa ($F=3.310$, $P<0.005$), así como también la variable predictora “anzuelos” ($F=3.458$, $P=0.001$).

El porcentaje de desviación explicada (% DE) que representan el resto de los modelos fue menor, debido que contiene menos variables. Por ejemplo, el modelo 1 (Tabla 3) comprende la CPUE más la interacción de la temperatura y la clorofila-*a*, no presenta un valor significativo ($F=1.454$ $P=>0.135$) y el porcentaje de la %DE es de 5.95% mucho menor que el modelo 6. Esto hace que entre más variables interactúen el porcentaje es mayor. Lo cual explica muy bien los efectos que tiene la CPUE ante las variables predictoras ya mencionadas.

Tabla 3. Modelos de interacción entre CPUE de Ensenada y variables (temperatura, clorofila, número de anzuelos y años 2006 a 2009).

No.	Modelos	% DE	GCV	R ²
1	CPUE~ s(temperatura, clorofila)	5.95	0.65018	0.0156
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F=1.454 P=>0.135			
2	CPUE~ s(temperatura) + s(clorofila)	7.13	0.64181	0.0217
	Interacciones			
	s(temperatura); F= 1.479. P=>0.1723			
	s(clorofila); F=2.030. P=<0.0781			
3	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)	8.26	0.63931	0.0243
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F=1.183, P=>0.2941			
	s(clorofila); F=2.023. P=0.0782			
4	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)+s(temperatura)	8.26	0.63931	0.0243
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F=0.426, P=>0.0967			
	s(clorofila); F=2.023. P=0.0782			
	s(temperatura); F=0.018, P=0.8998			
5	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)+ año	28.80	0.51955	0.141
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F=1.887, P=<0.0198			
	s(clorofila); F=2.315. P=0.0424			
6	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)+s(anzuelos) + año	34.20	0.50129	0.199
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F=2.283, P<0.001			
	año; t=0.47170, P=<0.12			
	s(clorofila); F=3.310, P=0.005			
	s(anzuelos); F=3.458, P=0.001			

Con base en el análisis de los modelos aditivos generalizados (GAM) entre la CPUE de la flota de Mazatlán y los efectos de las variables predictoras como la TSM, clorofila-*a*, número de anzuelos y el año, se obtuvo que el modelo con mayor porcentaje de desviación explicada fue el modelo 6 (Tabla 4). El cual representa el 19.10% de la % DE. Incluye la CPUE más la interacción de la temperatura y la clorofila-*a*, los valores fueron significativos ($F=2.69$, $P<0.001$). La variable predictora “año” también fue significativo, representó valores de $t=5.627$, $P<0.001$. Por otra parte, la clorofila-*a* de manera independiente no fue significativa como el resto de las variables ($F=1.574$, $P=0.17$), así como también la variable predictora “anzuelos” ($F=2.23$, $P=0.06$).

El porcentaje de desviación explicada (% DE) que representan el resto de los modelos fue menor, debido que contiene menos variables. Por ejemplo, el modelo 1 (Tabla 4) comprende la CPUE más la interacción de la temperatura y la clorofila-*a*, presenta un valor significativo ($F=3.121$, $P<0.001$) pero el porcentaje de la DE es de 5.95% mucho menor que el modelo 6. Esto hace que entre más variables interactúen el porcentaje es mayor. Lo cual explica muy bien los efectos que tiene la CPUE ante las variables predictoras ya mencionadas.

Tabla 4. Modelos de interacción entre CPUE de Mazatlán y variables (temperatura, clorofila, número de anzuelos y año).

No.	Modelos	%DE	GCV	R2
1	CPUE~ s(temperatura, clorofila)	12.70	0.4186	0.079
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F=3.121, P=<0.001			
2	CPUE~ s(temperatura) + s(clorofila)	8.97	0.4223	0.056
	Interacciones			
	s(temperatura); F=2.782, P=<0.005			
	s(clorofila); F=5.941, P=0.0005			
3	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)	14.20	0.4129	0.091
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F= 2.239, P=<0.000341			
	s(clorofila); F= 3.754, P=0.003351			
4	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)+s(temperatura)	14.20	0.4129	0.091
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F= 1.896, P=<0.000422			
	s(clorofila); F= 3.754 P=0.003351			
	s(temperatura); F= 0.120, P=0.729160			
5	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)+ año	17.40	0.3967	0.118
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F= 2.439, P=<8.39e-05			
	s(clorofila); F= 1.327, P=0.238			
	año; t=5.295. P=<1.49e-07			
6	CPUE ~ s(temperatura, clorofila)+s(clorofila)+s(anzuelos) + año	19.10	0.3913	0.124
	Interacciones			
	s(temperatura, clorofila); F=2.69, P<0.001			
	año; t=5.627, P=<0.001			
	s(clorofila); F=1.574, P=0.17			
	s(anzuelos); F=2.23, P=0.06			

VIII. Discusión

8.1. Estructura poblacional de *Alopias pelagicus*

Las tallas de captura de *Alopias pelagicus* presentan diferencia a lo largo de su distribución, debido a las distintas regiones donde habita *A. pelagicus* y el tipo de arte de pesca empleado en su captura, pero también a los factores oceanográficos. La talla mínima de captura de *A. pelagicus* en el centro del Pacífico Mexicano mencionada por Cruz *et al.* (2011), fue de 76 cm LPC. Para Baja California Sur, Lara *et al.* (2020) documentaron una talla de 45 cm LPC. En la parte este de Taiwán, Kwang *et al.* (2006) obtuvieron una talla de 72 cm LPC. Drew *et al.* (2015), adquirieron para Indonesia una talla de 76 cm LPC y para las costas ecuatorianas Bravo y Cruz (2018), evidenciaron una talla de 51 cm LPC. En el presente estudio, la talla mínima fue de 61 cm de LPC, con lo cual se podría intuir que *A. pelagicus* permanece en sus primeras etapas de vida cercana a la plataforma continental de Baja California, alejado de sus depredadores y cerca de sus presas por la alta productividad que se registra en esta zona

La talla máxima de captura de *A. pelagicus* en el centro del Pacífico Mexicano, señalada por Cruz *et al.* (2011), fue de 157 cm LPC. Para Baja California Sur, Lara *et al.* (2020), establecieron una talla de 153 cm LPC. En Taiwán, Kwang *et al.* (2006), documentaron una talla de 189.5 cm LPC. Drew *et al.* (2015), consiguieron para Indonesia una talla de 169 cm LPC y para las costas ecuatorianas Bravo y Cruz (2018), evidenciaron una talla de 188 cm LPC. La talla máxima que se obtuvo en el presente estudio fue mayor en comparación a lo descrito por los demás autores 229 cm LPC. Con esta comparación se puede indicar que las tallas mayores se registran en el Noroeste del Pacífico Mexicano, mientras que las tallas menores se capturan en otros lugares, como en las costas ecuatorianas del Océano Pacífico Oriental Tropical, 51 cm LPC (Bravo y Cruz, 2018).

La diferencia de tallas puede estar relacionada a las condiciones ambientales que existen entre regiones. Por ejemplo, la TSM afecta directamente los procesos metabólicos y fisiológicos de la especie (crecimiento, alimentación y reproducción). En los mapas de distribución espacio temporal se muestra que los ejemplares capturados de *A. pelagicus* se concentran en temperaturas cálidas de 23°C a 28°C. Esta temperatura les proporciona algún tipo de ventaja durante su alimentación y/o reproducción (Salomón *et al.* 2009; Cortés-Fuentes, 2018). La concentración de clorofila-*a* como referencia en la cantidad de alimento disponible en el ecosistema pelágico, depende la presencia y abundancia de los consumidores

primarios, secundarios y terciarios. Las anomalías en la TSM relacionada con los eventos climáticos del año 2013 perturban el ciclo de vida de algunas especies, provocando procesos de migración o cambios en la abundancia de pelágicos mayores (Jaime-Rivera, 2004).

La pesca con palangres ha tenido una gran diferencia en muchas regiones, dependiendo el tiempo de operación del calado, cobrado y deriva del palangre en la efectividad de la captura. Así mismo, por el tipo del anzuelo que se emplea junto con la carnada y a la profundidad de pesca con relación a la distribución vertical de *A. pelagicus* (Galeana *et al.*, 2008). Estos factores y el arte de pesca que utilizan para la extracción de la especie propician diferencia entre las tallas de captura en las distintas regiones. En las costas mexicanas los palangres suelen ser colocados a 40 m de profundidad y se utilizan anzuelos de tipo circular (NOM-029-PESC-2006, 2007). A diferencia de otras regiones se utilizan anzuelos de tipo “águila” o “recto” siendo menos efectivos para retener a los ejemplares. Razón por la cual se capturan más juveniles que adultos, debido a que son menos fuertes y no fácilmente se liberan del anzuelo o rompen las líneas de palangre (Galeana *et al.*, 2009).

Tomando de referencia la talla de madurez calculada por Camacho-Veloz (2012), las hembras maduran a los 151 cm LPC. Al comparar dicha talla con otros estudios donde se calcularon la talla de madurez, ésta fue mayor a la propuesta por Kwang *et al.* (1999) en el noreste de Taiwán, 148 cm LPC. Al igual que Calle-Morán (2010) y Romero y Galván (2012), en el Pacífico Ecuatoriano 128 y 144 cm LPC, respectivamente. Mientras que, en Indonesia, Drew *et al.* (2015), determinaron una talla de madurez en hembras mayor, en 155 cm LPC. Lo que demuestra que las hembras de *A. pelagicus* pueden llegar a madurar a tallas muy variables, aunque también los criterios para estimar la talla de madurez puedan variar de acuerdo al criterio de cada autor. Por lo que en algunos casos la estimación de la talla de madurez se estime en una etapa tardía al menos en aguas del Noroeste del Pacífico Mexicano.

Para los machos la talla de madurez tomada de referencia fue de 138 cm LPC (Camacho-Veloz, 2012), igual a la registrada por Drew *et al.* (2015), en Indonesia. Al compararla con el noreste de Taiwán, Kwang *et al.* (1999), calcularon una talla de madurez mayor en machos 140cm LPC, igual que Romero y Galván (2012) en el Pacífico Ecuatoriano. Aunque Calle-Morán (2010), determinó una talla de madurez en machos menor a la referencia en 125 cm LPC en el Pacífico Ecuatoriano. Es evidente que las hembras llegan a madurar después que los machos, con tallas más grandes. Bejarano-Álvarez (2007) menciona

que las hembras gestantes deben de ser de mayor tamaño que los machos para fertilizar los ovocitos. Otros factores que pueden influir son la zona y la temporada de pesca ya que *A. pelagicus* muestra una segregación por sexo y tallas a través del tiempo.

8.2. Principales áreas de los juveniles y adultos de ambos sexos

Se puede inferir con cierto grado de confianza que la distribución espacio temporal de las capturas de juveniles y adultos de *A. pelagicus*, ocurrieron principalmente en la entrada al Golfo de California y la plataforma continental de la costa occidental de Baja California. Este patrón de distribución espacio temporal varió a través del tiempo, del año 2007 al año 2012 las capturas de juveniles y adultos fueron menores, mientras que a partir del año 2013 al año 2017 incrementaron. Este notable incremento pudo estar influenciado por los eventos de calentamiento inusuales conocidos como “The Blob” y “El Niño” que estuvieron presentes a partir del año 2013. Una anomalía climática donde las aguas aumentaron su temperatura como en la zona de Baja California, México (Jiménez *et al.*, 2019). Con la información registrada por los observadores científicos del POT, se puede indicar que los datos son suficientes para inferir las principales áreas de juveniles y adultos. Siendo hasta el momento la única información completa y que abarca un extenso periodo.

Por su parte Medina-Bautista (2014) reportó las capturas de *A. pelagicus* de la flota del Puerto de Mazatlán. Se distinguieron dos áreas de pesca en verano, la primera, con las mayores abundancias cercana a las costas de Mazatlán, Puerto Vallarta y Manzanillo. La segunda, en la zona oceánica en el Archipiélago de Revillagigedo sin sobrepasar la ZEE del país. La similitud observada entre el presente estudio y el de Medina-Bautista (2014) se relaciona a la misma fuente de información que proviene del POT, pero con diferentes periodos de operación. Constatando que *A. pelagicus* fue más frecuente en las zonas centro y norte del Pacífico Mexicano sin mencionar las concentraciones de juveniles y adultos, donde influyó principalmente la TSM llegando a los 27°C (Godínez-Padilla, 2016).

La búsqueda de alimento de *A. pelagicus* puede ser la explicación más probable para entender los patrones de movimiento (Heard *et al.*, 2017). Dentro de la dieta que comprende este depredador se destacan dos especies *Benthosema panamense* y *Dosidicus gigas* debido a su amplia distribución en el Océano Pacífico Oriental (Polo *et al.*, 2009). La mayor abundancia de ambas especies se presenta en la temporada cálida (junio y septiembre) al

Noroeste del Pacífico Mexicano (Salinas *et al.*, 2007; Santana *et al.*, 2013). Temporada que comprende el presente estudio denominado trimestre 3 (julio-septiembre) donde se han registrado las mayores capturas de *A. pelagicus*. Probablemente esté relacionado con la disponibilidad de las presas que conforma su dieta, después del evento de surgencias (García *et al.*, 2017; Galván *et al.*, 2019). Trayendo consigo una mayor productividad primaria, favoreciendo la presencia de organismos tope, al coincidir en el momento de la captura del tiburón zorro pelágico. Por otra parte, los patrones de movimiento de las especies congéneres de *A. pelagicus* han sido inferidos por patrones estacionales de pesca y marcaje. La variabilidad en su distribución vertical (día/noche) se demuestra en la búsqueda de sus presas o a las temperaturas cálidas del mar al este del Pacífico Mexicano (Carreón-Zapiain, 2020).

De la literatura disponible para las especies congéneres a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California, Cartamil *et al.* (2016) mencionan que los tiburones adultos de la especie *A. vulpinus* se encuentran en aguas alejadas a la costa, mientras que los juveniles habitan en áreas más costeras. Esta información contribuye a señalar posiblemente la zona que comprende la costa de California de EE. UU. y el norte de Baja California, México, sea una zona de crianza de *A. vulpinus* (Carreón-Zapiain, 2020). En el presente estudio solo se ha identificado que las mayores concentraciones de juveniles y adultos de *A. pelagicus* se presentan frente a la entrada al Golfo de California y parte de la plataforma continental de la costa occidental de Baja California durante el verano. Que de acuerdo a Compagno (2001), la distribución de *A. pelagicus* abarca desde California, EE. UU. el Golfo de California, México, en las Islas Revillagigedo, continuando hasta llegar al Ecuador (Chen *et al.*, 2013; CITES, 2016). Por su parte *A. vulpinus* permanece en sus primeras etapas de vida cerca de la plataforma continental de Baja California, debido a la productividad que existe en esta zona (Cartamil *et al.*, 2016).

Por su parte, Castillo *et al.* (2021), mencionan que las capturas anuales con palangre de la flota de Ensenada tuvieron mayor rendimiento en los años 2016 y 2017 con 1.97 y 1.89 individuos por lance. La mayor captura fue en los meses de septiembre con 1.83 individuos por lance. La flota de Mazatlán mostró un promedio máximo de captura en el año 2016 de 6.27 ejemplares por lance, mayormente capturados en el último trimestre del año. La similitud del presente estudio con el trabajo descrito anteriormente se debe a que los datos procesados corresponden a la misma fuente de información. Mientras que, Santana y Valdez

(2011), solamente documentaron la captura total de *A. pelagicus* de los barcos palangreros de mediana altura que opera frente a Jalisco, Colima y Michoacán. Sin hacer distinción de las áreas donde se capturaron a juveniles y adultos de esta especie, como en el presente estudio, donde si se distinguen las principales zonas de pesca.

En la prueba de U de Mann-Whitney, se encontró una diferencia en la LPC de hembras y machos de *A. pelagicus* por flota pesquera separada. Es decir, el puerto de Ensenada tuvo un valor de $U= 22.52$, y un valor de $p= <0.0001$ mientras que el puerto de Mazatlán tuvo un valor de $U= 11.15$, con un valor de $p= <0.0001$. Los tiburones más grandes fueron capturados por la flota de Mazatlán, la hembra midió 229.22 cm LPC y el macho midió 225.19 cm LPC. En casi todos los años que comprendió el periodo de estudio, las mayores tallas de captura las registró la flota de Mazatlán. No hay que perder de vista, que, de acuerdo a la distribución de los lances, la flota de Mazatlán pescó más en aguas oceánicas donde habitan ejemplares de mayor tamaño. En comparación con la flota de Ensenada que solo se distribuyó en toda la costa occidental de Baja California, que por lo regular tienden a habitar ejemplares más pequeños en sus primeras etapas de vida (Cartamil *et al.*, 2016).

Se menciona una adaptación a la viviparidad, a medida que aumenta la longitud de la hembra, mayor es la cavidad abdominal y por ende puede haber mayor número de crías, o bien, pocas crías, pero de gran tamaño (Nava y Márquez, 2014). Como las hembras de *A. pelagicus* que producen dos crías por periodo reproductivo, naciendo con una talla de 81–101 cm LPC. Son crías grandes, por eso las hembras tienden a ser más grandes que los machos (Camacho-Veloz, 2012; Dharmadi y Triharyuni, 2012; Chen *et al.*, 2013 y Almeida-Saá, 2015).

Con base en la proporción sexual obtenida en el presente estudio, se obtuvo una mayor presencia de machos que hembras. Esto podría estar relacionado a la segregación del hábitat por sexo, común en los tiburones, donde los machos y las hembras adultas utilizan hábitats diferentes dentro de la misma área (Sims, 2005). En su mayoría las capturas de las hembras inmaduras de *A. pelagicus* fueron en aguas cálidas, mientras que los machos maduros tienden a habitar aguas más frías y templadas. Los resultados demostraron que los machos predominaron en la costa occidental de BCS siendo el área de mayor productividad primaria y la principal zona de pesca por ambas flotas. En un estudio realizado por Mucientes *et al.* (2009), mencionan que existe una segregación sexual en la captura del tiburón mako (*Isurus*

oxyrinchus) en el Océano Pacífico Sur. Por lo tanto, al producir una alta actividad pesquera en áreas clave donde la mayoría de una población se agrega para alimentarse, aparearse o habiten hembras preñadas y juveniles, la tasa de disminución sería mayor (Mucientes *et al.*, 2009). Así que, desde un punto de vista biológico, la mayor proporción de machos en las capturas favorece a la reproducción, lo cual es de vital importancia en la dinámica de poblaciones, ya que contribuye a un equilibrio ecológico (Carrera-Fernández, 2014).

En las costas Mexicanas del Pacífico se reportó por parte de Cruz *et al.* (2011) una proporción sexual de *A. pelagicus* de 1H:2.2M similar a la del presente estudio (Ensenada 1H:2M). Por otra parte, se han reportado estudios como el de Carrera-Fernández, (2014), haciendo mención sobre el almacenamiento de espermatozoides en el tiburón azul (*Prionace glauca*). Para *A. pelagicus* solo se ha reportado por parte de Camacho-Veloz (2012), que en las hembras grávidas (adultas) podrían contener esperma almacenado en las glándulas oviduciales. Esta estrategia de almacenamiento es característica de especies altamente migratorias, ya que de esta manera incrementan sus posibilidades de asegurar una reproducción exitosa (Carrera-Fernández, 2004).

8.3. Análisis de la distribución de la CPUE y de tallas

En el Noroeste del Pacífico Mexicano, las mayores capturas (CPUE) de *A. pelagicus* se calcularon para el tercer trimestre de cada año (julio-septiembre). Por ser la temporada más importante en términos de reproducción de los tiburones de acuerdo con los estudios de Bizarro *et al.* (2009) y Salomón *et al.* (2009). Cabe mencionar que la cobertura del POT varió entre los años. El año con menor viajes y lances observado fue el 2012, por lo que es un año no representativo del comportamiento de las flotas ni la especie.

Los mayores valores del esfuerzo anual (viajes y lances) de la flota de Ensenada que reporta Medina-Bautista (2014) en el Pacífico Mexicano, destacan el período invierno por presentar la mayor distribución espacial. Recordando que la flota de Ensenada, tenía como objetivo el pez espada (*Xiphias gladius*) y que su temporada es justamente invierno, quizás por esta razón aumenta el número de embarcaciones y lances. Esto es diferente a lo descrito por Cruz *et al.* (2011), quienes registraron la mayor captura en el mes de septiembre. Indicando que *A. pelagicus* es de hábitos costeros y oceánicos, con una amplia tolerancia a la temperatura ya que su distribución abarca de aguas frías-templadas a tropicales

(Compagno, 2001). El estudio anterior concuerda con el estudio de Polo-Silva (2008), quien indica que en el Pacífico Ecuatoriano la distribución mensual, con base en el número de estómagos recolectados, fue mayor en el mes de septiembre y octubre. El autor explica que probablemente estuvo relacionado a la mayor abundancia del recurso dorado (*Coryphaena hippurus*), los barcos ecuatorianos pescaron más dorado y al mismo tiempo *A. pelagicus*.

Los mapas de la distribución espacial de *A. pelagicus* mostraron las capturas de las hembras inmaduras <150 cm LPC en aguas más cálidas con intervalos de TSM de 22°C a 26°C. Tal como lo describen Arostegui *et al.* (2020), en los movimientos verticales de *A. pelagicus* estudiado en el Mar Rojo. Camacho-Veloz (2012), explica en el Pacífico ecuatoriano que *A. pelagicus*, habita en aguas tropicales con un intervalo de TSM de 20–25 °C. En el presente estudio cuando la TSM fue mayor a 27°C *A. pelagicus* se movió hacia el norte del Pacífico Mexicano al igual que las flotas palangreras pescaron más al norte. Años posteriores al 2013 la CPUE disminuyó. Esto pudo estar influenciado por uno de los fenómenos climáticos que se formó a partir del invierno de 2013–2014 en el Noroeste del Pacífico denominado “la mancha” (The Blob, en inglés). Este fenómeno se intensificó durante el verano del 2015 extendiéndose desde Alaska hasta Baja California (Peterson *et al.*, 2016; Jiménez *et al.*, 2019). Debido al fenómeno climático denominado El Niño, trayendo consigo temperaturas inusualmente cálidas que duraron hasta el año 2016 (Cavole *et al.*, 2016; NOAA, 2016).

Según con los datos registrados por la NOAA (2015) la Oscilación del Sur de El Niño (ENOS) provocó cambios en la TSM en la parte central y oriental del Pacífico tropical, este suceso se llevó a cabo en el mes de noviembre del año 2015, un índice de 3.4 indicó temperaturas más cálidas jamás registradas (Peterson *et al.*, 2016; Jacox, *et al.*, 2016). El fenómeno del Niño ocasionando que los años 2015 y 2016 las capturas en el presente estudio hayan incrementado notablemente. Que, de acuerdo con los análisis, las hembras maduras de 151–241 cm LPC, se capturaron en TSM de 15–26°C particularmente en el año 2015 debido a la presencia de aguas cálidas por efecto de El Niño (Jiménez *et al.*, 2019). Originando que las especies de tiburones de hábitos templados se desplazaran hacia el norte en su distribución geográfica. Mientras que las especies de hábitos tropicales ampliaron sus distribuciones hacia áreas más norteñas (Godínez *et al.*, 2016). Esto sucedió con *A. pelagicus* al ser una especie epipelágica que habita en aguas cálidas, se avistara al norte a finales del año 2015 cuando la

mancha de agua cálida se extendía hasta Baja California (Cavole *et al.*, 2016). Este suceso se pudo observar en los registros de captura y entender porque *A. pelagicus* se pescó más al norte, cuando la TSM fue mayor a 27°C en los años 2016 y 2017. Que, de acuerdo con los datos registrados por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), los años 2015, 2016 y 2017 fueron los años más cálidos.

Por otra parte, las capturas de los machos maduros de 138–241 cm LPC se observaron en intervalos de TSM de 19–29°C. Contrario a las hembras inmaduras, quienes prefieren aguas más cálidas de 23–26°C. La TSM fue 1°C a 4°C por encima del promedio provocadas por The Blob, llevaron avistamientos de especies de aguas cálidas muy al norte de su rango típico (Cavole *et al.*, 2016; Jacox, *et al.*, 2016; NOAA, 2016). Como lo menciona Almeida-Saá (2015), las hembras de *A. pelagicus* son pelágicas, buscan únicamente aguas cálidas con fines de apareamiento y/o alimentación. Mientras que los machos inmaduros de 60–137 cm LPC ocuparon un intervalo de TSM de 14.1 a 28°C, abarcando un área más extensa del área de estudio donde operaron ambas flotas palangreras.

La distribución espacio temporal de *A. pelagicus* también pudo ser influenciada por las presas que comprende su dieta. De acuerdo con el Índice de Importancia Relativa se encontraron tres componentes principales. El calamar de Humboldt (*Dosidicus gigas*), un organismo pelágico que se distribuye en el Océano Pacífico Oriental, de la frontera de México y EE. UU. hasta Chile, generalmente se alimenta de krill y peces pequeños (Polo-Silva, 2008). *Dosidicus gigas* realiza migraciones verticales coincidiendo en ese momento con el hábitat de *A. pelagicus* al ser un predador de hábito oceánico y epipelágica en un intervalo de profundidad de 0 a 152 m (Compagno, 2001). Tras la llegada del fenómeno El Niño, la disponibilidad del fitoplancton se redujo tras elevarse la TSM provocando cambios en las comunidades del zooplancton y sus depredadores durante el 2013–2015 (Peterson *et al.*, 2016). Durante la presencia de El Niño Cavole *et al.* (2016) menciona que *D. gigas* migro al norte hacia aguas más frías, que a su paso *A. pelagicus* buscará a esta presa más al norte. Por lo general, *D. gigas* se encuentran en grandes cantidades frente a la costa de Baja California (Cavole *et al.*, 2016). Razón por la cual, se capturó un mayor número de ejemplares de *A. pelagicus* en esta zona.

Otra presa común en la dieta de *A. pelagicus* es el pez linterna de Panamá (*Benthoosema panamense*), cuya distribución es casi en todos los océanos (Calle-Morán,

2010; Estupiñán-Montaña, 2016). *Benthoosema panamense* es presa principal de *D. gigas* en el Golfo de California al compartir el mismo hábitat en aguas oceánicas (Polo *et al.*, 2009; Díaz *et al.*, 2013). Otra de las causas de que *A. pelagicus* se distribuyera al norte del Pacífico Mexicano, pudo ser que sus presas (*D. gigas* y *B. panamense*) modificaran su distribución tras elevarse la TSM y buscaran aguas más calidad hacia el norte (Baigorri y Polo, 2004). Lo cual ocasionó que *A. pelagicus* persiguiera a sus presas hacia esta dirección y por consiguiente las embarcaciones palangreras pescaran sobre esta zona. El calamar volador (*Sthenoteuthis oualaniensis*) es otra presa que conforma la dieta del tiburón zorro pelágico. Es una especie epipelágica de hábitos más costeros que se alimenta durante la noche y en el día puede hallarse a más de 400 m de profundidad (Calle y Galván, 2020). La relación que puede existir entre *S. oualaniensis* con la distribución vertical de *A. pelagicus*, es la homotermia que emplea *A. pelagicus* mientras bucea en aguas profundas. Permitiéndole mantener su temperatura corporal constante mientras caza en las profundidades (Goldman, 2005; Pradeep *et al.*, 2017; Lara *et al.*, 2020).

8.4. Relación de la CPUE y diversos predictores

La variación en la tasa de captura de algunas especies de pelágicos mayores ha sido el resultado de factores ambientales (TSM), biológicos (clorofila-*a*) y operacionales (sistemas y artes de pesca), o la combinación de éstos (Lowry *et al.*, 2007; Megalofonou *et al.*, 2009). En el presente estudio se utilizaron modelos aditivos generalizados como una primera aproximación para determinar si existía alguna relación entre la CPUE del tiburón zorro pelágico con diferentes predictores. La clorofila-*a* interactuando de manera independiente fue un predictor importante con la tasa de captura. Ya que la presencia de este indicador se encuentra influenciada por factores climáticos como la TSM y los vientos. Los niveles más altos de clorofila-*a* también son comunes durante los meses de verano. Cuando la temperatura del agua y los niveles de luz son elevados, que conlleva a la concentración de recursos biológico del cual se alimenta *A. pelagicus* (Medina-Bautista, 2014; Godínez-Padilla, 2016; Castillo-Géniz, comunicación personal, 2021).

Las mayores concentraciones de clorofila-*a* se han reportado en los frentes oceánicos, suelen ser lugares más productivos que el resto de la plataforma (Mouriño, 2002) y tienden a ser de importancia socio económica por la captura del recurso (Romero, 2008). Se ha

identificado una zona que proporciona altos rendimientos en las capturas de la pesquería palangrera, frente a la boca del Golfo de California, entre Baja California Sur, el litoral de Sinaloa (Santana-Hernández, 2001). En esta zona, los afloramientos de nutrientes provocados por frentes oceánicos y surgencias contribuyen al enriquecimiento biológico (FAO, 2017). Siendo las principales zonas de pesca para la flota de Ensenada y Mazatlán (Castillo-Géniz, comunicación personal, 2021).

La interacción entre de la CPUE con la TSM y la clorofila-*a* no presentaron una relación significativa como lo demostró Jaime-Rivera (2004) en su estudio enfocado a la captura de tiburones pelágicos y su relación con cambios ambientales. Quien sí encontró una relación positiva entre la CPUE de *Prionace glauca* y del tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*) en la costa occidental de BCS con valores de TSM de 18–22 °C y 24–27 °C, respectivamente. A diferencia con la concentración de pigmentos fotosintéticos los valores no fueron significativas con la CPUE de *P. glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *C. falciformis* (Jaime-Rivera, 2004). Por su parte, Soria-Quiroz (1996), encontró una relación significativa entre las capturas del *P. glauca* con las bajas temperaturas en el Pacífico Mexicano. Mientras para las especies del género *Alopias spp.*, las reportó a lo largo del Pacífico Mexicano, sugiriendo que no presentan preferencia por un gradiente de temperatura de agua.

Sin embargo, el presente estudio se involucró más predictores como el número de anzuelos y los años. Que en conjunto los resultados del modelo seleccionado representaron un valor significativo de 34.20% DE para la flota de Ensenada y un 19.10% DE para la flota de Mazatlán. Lo cual expresa el mayor porcentaje de desviación explicada, a diferencia de otros estudios que únicamente incluyen uno o dos predictores como la TSM o las concentraciones de clorofila-*a*. Como, Godínez-Padilla (2016), menciona que la TSM, la clorofila-*a* y el índice SanDiAs explican la dinámica pesquera del tiburón azul (*Prionace glauca*). Por su parte, Medina-Bautista (2014), a partir del análisis de correspondencia canónica observó que *A. pelagicus* se ve influenciado principalmente por la TSM mientras que *P. glauca* muestra una mayor relación con las corrientes geostroficas. Cabe mencionar que mientras más predictores se utilicen en los GAM, el %DE incrementa, debido a cierto predictores que interactúan mucho mejor con las distribuciones de CPUE. Vögler *et al.*, (2012) utilizaron más predictores como latitud-longitud, mes, estación, salinidad, por mencionar algunas. Constatando que la interacción entre factores temporales y espaciales,

describen de manera eficiente la distribución de CPUE de *P. glauca* en el Pacífico Nororiental.

En el presente estudio se han utilizado solamente los GAM para relacionar las variables de respuesta y predictoras. Generalmente las variables de recuento en las observaciones se presentan una sobre dispersión en los datos, lo que conlleva a una gran cantidad de ceros. Uno de los modelos de regresión que considera este asunto es el Modelo de Regresión Binomial Negativo (Alcaide-Delgado, 2015; Díaz, 2018). Para comparar los resultados con los modelos aditivos mixtos, queda explorar los modelos de regresión binomial negativa ya que los datos utilizados en este estudio vienen de observadores científicos y traen una variación implícita.

Desde el punto pesquero, el presente estudio ayuda a establecer criterios de administración en la pesquería de *A. pelagicus* que contribuya a reducir las capturas de hembras juveniles permitiendo completar el ciclo reproductivo de la especie. Por otro lado, además de restringir las áreas de pesca con palangre, se puede usar como indicador la TSM para las capturas de esta especie. Modificar la profundidad de operación, cambiar el horario de los lances y remplazar las zonas de pesca cuando la captura de hembras juveniles sea excesiva. De tal forma, que se asegure la persistencia de *A. pelagicus* lo cual garantizaría la salud ecológica y una actividad pesquera productiva y sostenible en el Noroeste del Pacífico Mexicano. Debido a que los períodos de calentamiento prolongados como el del año 2013–2016, podrían ser más frecuentes en el futuro debido a la retroalimentación entre los procesos climáticos del Océano Pacífico Norte y Ecuatorial (Di Lorenzo y Mantua, 2016). Causando cambios significativos en los ecosistemas de la región de transición ubicada en Baja California (Jiménez *et al.*, 2019).

IX. Conclusiones



Con los resultados obtenidos del presente estudio, se demuestra la existencia de un patrón de distribución en la captura de *A. pelagicus* por tallas y sexo. La variable que afectó directamente la distribución espacio temporal de las capturas durante el periodo 2006–2019 en el Noroeste del Pacífico Mexicano fue la TSM.



Las capturas comerciales de *Alopias pelagicus* estuvieron dominadas por hembras juveniles en ambas flotas. Para Ensenada el trimestre con mayor captura fue el tres, mientras que Mazatlán, tuvo una mayor captura en el cuarto trimestre.



Con base en mapas de distribución obtenidos en el presente estudio, posiblemente las principales áreas de concentración de juveniles y adultos de *Alopias pelagicus* son la zona centro del Pacífico Mexicano frente a la entrada del Golfo de California, entre Baja California Sur y Sinaloa y la zona norte del Pacífico Mexicano, frente a la costa occidental de la Península de Baja California.



La temperatura superficial del mar es un factor significativo en la CPUE de *Alopias pelagicus* en el Noroeste del Pacífico Mexicano. Principalmente en verano, en los meses de julio a septiembre, cuando la TSM fue elevada ($>27^{\circ}\text{C}$). Este patrón varió debido a los fenómenos climatológicos que se presentaron durante el periodo de estudio y al número de embarcaciones que participaron.

X. Aplicación Práctica

Desde el punto de vista práctico, el conocimiento en la distribución espacio temporal de las capturas de *Alopias pelagicus* durante el periodo 2006–2019 en el Noroeste del Pacífico Mexicano servirá de apoyo a los diferentes centros de investigación, universidades y dependencias gubernamentales, para fortalecer la investigación científica, en la búsqueda y aplicación de medidas más adecuadas para el aprovechamiento de este recurso pesquero.

La intención es proveer a las autoridades del sector pesquero como la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) y a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) información para:

- Gestionar planes de manejo hacia el desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, desde un punto biológico hasta económico en la explotación y/o captura incidental, de *Alopias pelagicus* a lo largo del Pacífico Mexicano.
- Perfeccionar los procesos tecnológicos en las fases de extracción, procesamiento y comercialización de *Alopias pelagicus*.
- Participar en la valoración de los impactos antrópicos relacionados a las actividades de extracción que emplean las flotas tiburonerías de Ensenada y Mazatlán.

A las comunidades de pescadores industriales, armadores pesqueros, procesadoras y toda aquella persona física que depende principalmente de la extracción del recurso pesquero:

- Al buen aprovechamiento de la captura comercial de *Alopias pelagicus*, contribuyendo a un desarrollo económico y sostenible.
- Respetar la veda del tiburón con base a la NOM-029-PESC-2006 con el propósito de proteger la reproducción y evitar la captura de hembras grávidas, neonatos y juveniles.
- Dar recomendaciones más apropiadas a los pescadores en cuanto a la captura dirigida a *Alopias pelagicus*. Con el propósito de inducir al aprovechamiento sostenible de esta especie.

XI. Recomendaciones

- Al ser el tiburón zorro pelágico una especie altamente migratoria con una distribución que traspasa fronteras políticas es necesario llevar a cabo estudios no solo interdisciplinarios sino también de colaboración internacional para ampliar el conocimiento de su biología y crecimiento con el fin de conocer el estado y la dinámica de la población en general.
- Implementar programas de investigación en colaboración con las universidades para crear bases de datos y de apoyo entre instituciones educativas y de investigación. Lo cual ayudará a la toma de decisiones, en cuanto al aprovechamiento sostenible de esta especie.
- Explorar los modelos negativos binomiales para comparar los resultados con los modelos aditivos mixtos ya que los datos utilizados en este estudio vienen de observadores científicos y traen una variación implícita.
- Realizar estudios sobre desembarques, para conocer las tallas de captura de *Alopias pelagicus* a lo largo del Pacífico Mexicano, con lo finalidad de ajustar una talla específica de captura, limitando la extracción de ejemplares juveniles que aún no se han reproducido. Esto podría ayudar al reclutamiento de la especie la cual se encuentra catalogada como en peligro de extinción de acuerdo con la Lista Roja de la UICN.
- Implementar las tecnologías actuales como el rastreo por medio de marcajes satelitales. Que permita registrar los patrones de movimiento de *A. pelagicus* al Noroeste del Pacífico Mexicano. Información que ayudaría a comprender mejor la ecología de esta especie.

XII. Referencias

- Aguilar-Barreiro, P. (2019). *Modelos aditivos generalizados* [Tesis de grado, Universidad de Sevilla]. URI. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/89999>
- Alcaide-Delgado, M. (2015). *Modelo de regresión binomial negativa* [Tesis de maestría, Universidad de Sevilla, España]. URI. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40815>
- Almeida-Saá, A. C. (2015). *Demografía del tiburón tolo *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) y del tiburón zorro *Alopias spp.* en aguas de Galápagos, Ecuador.* [Tesis de maestría, Universidad San Francisco de Quito]. URI. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4275>
- Álvarez, B. S. (2012). Phytoplankton biomass and production in the Gulf of California: a review. *Botanica Marina*, 55(2), 119–128. <https://doi.org/10.1515/bot.2011.105>
- Álvaro-Berlanga, S. (2019) *Elementos químicos en tejido muscular de tres especies de tiburón, *Prionace glauca*, *Carcharhinus falciformis* y *Alopias pelagicus* en la costa de Manzanillo, Colima, México* [Tesis de maestría, Universidad de la Laguna, Tenerife España]. URI. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/17483>
- Arostegui, M. C., Gaube, P., Berumen, M. L., DiGiulian, A., Jones, B. H., Rostad A. y Braun, C. D. (2020). Vertical movements of a pelagic thresher shark (*Alopias pelagicus*): insights into the species' physiological limitations and trophic ecology in the Red Sea, *Endang Species Res*, 43(8), 387–394. <https://doi.org/10.3354/esr01079>
- Baigorri-Santacruz Á. J. y Polo, C. J. (2004). *Espectro trófico de dos especies de tiburón zorro, (*Chondrichthyes: Alopiidae*) *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 y *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839), en playa Tarqui, Manta Ecuador* [Tesis de licenciatura, Universidad de Bogotá]. URI. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/1367>
- Bejarano-Álvarez M. (2007). *Biología reproductiva del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en Salina Cruz, Oaxaca, México.* [Tesis maestría, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/13829>
- Berrondo, L., Pons, M., Forselledo, R., Miller, P. y Domingo, A. (2007). Distribución espacio temporal y composición de tallas de *Alopias superciliosus* y *A. vulpinus* observados en la flota palangrera uruguaya en el Océano Atlántico (2001-2005). *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*, 60(2), 566–576.
- Bizzarro, J. J., Smith, W. D., Hueter, R. E., Tyminski, J., Márquez, F. J. F., Castillo, G. J. L., Cailliet, G. M. y Villavicencio, G. C. J. (2009). *El estado actual de los tiburones y rayas sujetos a explotación comercial en el Golfo de California: Una investigación aplicada al mejoramiento de su manejo pesquero y conservación.* Joseph J. Bizzarro y Wade D. Smith. <http://aquaticcommons.org/id/eprint/2423>
- Bravo-Moran, S. A. y Cruz-Cruz, M. D. (2018). *Determinación de mercurio y cadmio en el tejido muscular del tiburón rabón *Alopias pelagicus* en las Costas Ecuatorianas del Océano Pacífico Oriental Tropical.* [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. URI. <http://repositorio.uq.edu.ec/handle/redug/33586>
- Calle, M. M. D. y Galván, M. F. (2020). Diet composition and feeding habits of the pelagic thresher shark *Alopias pelagicus* in Eastern Central Pacific Ocean, Ecuadorian waters, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 100(5), 837–845. <https://doi.org/10.1017/S0025315420000569>
- Calle-Morán, M. D. (2010). *Ecología trófica del tiburón zorro pelágico *Alopias pelagicus* en Santa Rosa de Salinas, Pacífico Ecuatoriano* [Tesis maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. URI. https://www.academia.edu/download/35060805/tesis_maestria_marcos_calle.pdf
- Camacho-Veloz, J. A. (2012). *Biología reproductiva del tiburón rabón *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa, Pacífico ecuatoriano, durante enero 2011 - diciembre 2011* [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. URI. <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/846>
- Cardeñosa, D., Hyde, J. y Caballero, S. (2014) Genetic Diversity and Population Structure of the Pelagic Thresher Shark (*Alopias pelagicus*) in the Pacific Ocean: Evidence for Two Evolutionarily Significant Units. *PLOS ONE*, 9(10),

- Carreón-Zapiain, M. T. (2020). *Análisis bio-ecológico, pesquero y genético para la conservación de tres especies de tiburón de importancia pesquera en el Pacífico Mexicano* [Tesis doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León] URI. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/20047>
- Carrera-Fernández, M. (2014). Tiburones y rayas en la mira: la importancia de los estudios de reproducción. En L. Cabanillas. (Eds.). *Revista científica multidisciplinaria: Hippocampus*. (1ra ed., pp. 28–32). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. <https://www.ulead.edu.ec/wpcontent/uploads/2014/05/hippocampusOptimizado.pdf#page=36>
- Carrera-Fernández, M. 2004. *Biología reproductiva del tiburón azul Prionace glauca (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur, México*. [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14392>
- Cartamil, D., Santana, M. O., Escobedo, O. M., Kacev, D., Castillo, G. L., Graham, B. J., Rubin, D. R. y Sosa, N. O. (2011). The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California, Mexico, *Fisheries Research*, 108(2-3), 0–403. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.01.020>
- Cartamil, D., Wraith, J., Wegner, N. C., Kacev, D., Lam, C. H., Santana, M. O., Sosa N. O., Escobedo O. M., Kohin, S., Graham, J. B. y Hastings, P. (2016). Movements and distribution of juvenile common thresher sharks *Alopias vulpinus* in Pacific coast waters of the USA and Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 548. 153–163. <https://doi.org/10.3354/meps11673>
- Castillo, G. J. L., Godínez, P. C. J., Ortega, S. I., Ajás, T. H. A., Corro, E. D., Tovar, A. J., Santana H. H., Valdez, F. J. J., Arellano, T. A., González, C. J. J., Meléndez, G. C., Rodríguez, C. N. W., Morales, P. O., Hernández, C. J. L., Lizárraga, R. A.A., Alatorre, A. A. J., Zea de la Cruz, H., Oviedo, P. J. L., Martínez, C. L. E., Gonzales, O. L. (2016). La importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice II de la CITES en aguas de México. En: JL Castillo y J Tovar. (comps.). *Tiburones Mexicanos de Importancia pesquera en la CITES*. INAPESCA. México. 2: 29–71.
- Castillo, G. J. L., Godínez, P. C. J., Ortega, S. I., Tovar, A. j., Santana H. H., Valdez, F. J. J., Valdez, C. L., Arellano, T. A., González, C. J. J., Alfaro, G. K. P., Alatorre, A. A. J., Lizárraga, R. A.A., Hernández, C. J. L., Carrillo, C. L. D., Haro, A. H., Oviedo, P. J. L., Zea de la Cruz, H., Lara, M. R. E., Martínez, C. L. E. y Espinoza, M. J. C. (2021) Importancia pesquera de los tiburones incluidos en el Apéndice II de la CITES en México. En: JL Castillo y J Tovar. (comps.). *Tiburones Mexicanos de Importancia pesquera en la CITES*. INAPESCA. México. 2: 17–68.
- Castro, J. I. (2009). Observations on the reproductive cycles of some viviparous North American sharks. *Aqua: International Journal of Ichthyology*, 15(4), 205–222.
- Cavole, L. M., Demko, A. M., Diner, R. E., Giddings, A., Koester, I., Pagniello, C. M. L. S., Paulsen, M. L., Ramirez, V. A., Schwenck, S. M., Yen, N. K., Zill, M. E. y Franks, P. J. S. (2016). Biological Impacts of the 2013–2015 Warm-Water Anomaly in the Northeast Pacific: Winners, Losers, and the Future. *Oceanography*, 29(2), <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2016.32>
- CCA. (2017). *Plan de acción de América del Norte para un comercio sustentable de especies de tiburón*. Razón Pública. <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11714-sustainable-trade-in-sharks-action-plan-north-america-es.pdf>
- CCRVMA. (2019). *Sistema de Observación Científica Internacional: Manual del observador científico Pesquerías de peces Versión de 2020*. Razón Pública. https://www.ccamlr.org/es/system/files/SISO%20Manual%20Finfish%20Fisheries%202020_0.pdf
- Chen, X., Xiang, D., Ai, W. y Shi, X. (2013). Complete mitochondrial genome of the pelagic thresher *Alopias pelagicus* (Lamniformes: Alopiidae), *Mitochondrial DNA*, 26(2), 323–324. <https://doi.org/10.3109/19401736.2013.830294>

- CITES. (2016). *Propuesta 43 Tiburones zorro (Alopias spp.)*. Razón Pública. https://www.wwf.org.mx/noticias/noticias_wwf_en_general/?280030/Conservaci%C3%B3n%20de%20rayas%20y%20tiburones%20recibe%20apoyo%20de%20los%20pa%C3%ADses
- Compagno, L. J. V. (2001). *Sharks of the world: an annotated and illustrated catalogue of shark species known to date*. FAO Sales and Marketing Group. URL https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=yid=cxxSN4YA2i8C&oi=fnd&pg=PA1&yots=WpuYYI6oAU&sig=wI3AhDwDceRXrEEsa9Ehs_hsXOlyredir_esc=y#v=onepage&qyf=false
- Coria, M. E., Monreal, G. M. A., Salas de León, D. A., Durán, C. E. y Merino, I. M. (2017). Wind driven nutrient and subsurface chlorophyll-*a* enhancement in the Bay of La Paz, Gulf of California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 290–300. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.07.010>
- Cortés-Fuentes, C. (2018). *Distribución espacio temporal y preferencias ambientales de tiburones en el área natural protegida Archipiélago de Revillagigedo* [Tesis maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México]. URI. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/2814>
- Cruz, A., Soriano, S. R., Santana, H., Ramírez, C. E. y Valdez, J. J. (2011). La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 655–667.
- Del Moral, F. L., Morrone, J., Alcocer, D. J., Espinosa, P. H. y Pérez, P. G. (2015). Lista patrón de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 13. 47–163. <https://doi.org/10.32800/amz.2015.13.0047>
- Dent, F. y Clarke, S. (2015). State of the global market for shark products. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. *ProQuest*, 590. 1–187. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/state-global-market-shark-products/docview/1708482071/se-2?accountid=201395>
- Dharmadi., Fahmi, D. y Triharyuni, S. (2012). Biological aspects and catch fluctuation of pelagic thresher shark (*Alopias pelagicus*) in the Indian Ocean. *Bawal*, 4(3), 131–139. <https://doi.org/10.14989/176185>
- Di Lorenzo, E., y Mantua, N. (2016). Persistencia multianual de la ola de calor marina del Pacífico Norte 2014/15. *Nat. Clim. Cambio* 6, 1042–1047. <https://doi: 10.1038/nclimate3082>
- Díaz, E. (2018) *Técnicas de regresión para datos de recuento*. Trabajo presentado en: XIV Coloquio Regional de Matemáticas y IV Simposio de Estadística, 9, 10 y 11 de mayo de 2018, Pasto, Colombia. <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/4604>
- Díaz, S. I. M., Palacios, S. D. S. y Salinas, Z. C. A. (2013). Abundance and distribution of lantern fishes (Myctophiformes: Myctophidae) around San Pedro Martir Island, Gulf of California, during 2008. *Latin american journal of aquatic research*, 41(3), 387–394. <https://dx.doi.org/103856/vol41-issue3-fulltext-2>
- DiMichele, W. A. (1994). Ecological Patterns in Time and Space. *Paleobiology*, 20(2), 89–92.
- DOF. (2018). Auerdo por el que se da a conocer el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5534289&fecha=09/08/2018
- Drew, M., White, W. T., Dharmadi., Harry, A. V. y Huveneers, C. (2015). Age, growth and maturity of the pelagic thresher *Alopias pelagicus* and the scalloped hammerhead *Sphyrna lewini*. *Journal of Fish Biology*, 86(1), 333–354. <https://doi.org/10.1111/jfb.12586>
- Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., Carlson, J. K., Davidson, L. N., Fordham, S. V., Francis, M. P., Pollock, C. M., Simpfendorfer, C. A., Burgess, G. H., Carpenter, K. E., Compagno, L. J., Ebert, D. A., Gibson, C., Heupel, M. R., Livingstone, S. R., ... White, W. T. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife*, 3(e00590), 1–34. <https://doi.org/10.7554/eLife.00590.001>
- Espinosa, C. T. L. y Escobedo, U. D. (2017). South region of the Gulf of California large marine ecosystem upwelling, fluxes of CO₂ and nutrients. *Environmental Development*, 22. 42–51.

<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2017.03.005>

- Espinosa, C. T. L., Gaxiol, C. G., Beier, E., Ted, S. P. y Kurczyn, J. A. (2012). Effects of mesoscale processes on phytoplankton chlorophyll off Baja California. *Journal of Geophysical Research*, 117, C04005, <https://doi.org/10.1029/2011JC007604>
- Espinosa, C. T. L., Strub, P. T., Beier, E., Ocampo, T. F. y Gaxiola, C. G. (2004). Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature off Baja California. *Journal of Geophysical Research*, 109(3), 1-20. <https://doi.org/10.1029/2003JC002105>
- Espinosa, H. (2004). *El Pacífico Mexicano*. Facultad de Ciencias, UNAM. Revista Ciencias. Razón Pública. <http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/viewFile/11962/11284>
- Estupiñán-Montaño, C. (2016). *Ontogenia alimentaria de tres especies de tiburones pelágicos; Alopias pelagicus, Carcharhinus falciformis y Prionace glauca en la reserva marina de Galápagos, Ecuador* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/>
- FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, Roma. Coria, M. E., Monreal, G. M. A., Salas de León, D. A., Durán, C. E. y Merino, I. M. (2017). Wind driven nutrient and subsurface chlorophyll-a enhancement in the Bay of La Paz, Gulf of California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 196. 290–300. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.07.010>
- Faraway, J. J. (2016). *Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models*. Taylor y Francis Group, LLC. <https://researchportal.bath.ac.uk/en/publications/extending-the-linear-model-with-r-generalized-linear-mixed-effect-2>
- Fernández, C. J., Coelho, R., Mejuto, J., Cortés, E., Domingo, A., Yokawa, K., Liu, K. M., García, C. B., Forselledo, R., Ohshimo, S., Ramos, C. A., Tsai, W. P. y Santos, M. N. (2015). Pan-Atlantic distribution patterns and reproductive biology of the bigeye thresher, *Alopias superciliosus*, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25(3), 551–568. <https://doi.org/10.1007/s1160-015-9389-7>
- Flores-Balseca, S. D. (2016). *Obtención de un Hidrolizado peptídico con actividad antioxidante a partir de gelatina procedente de piel de Rabón Bueno (Alopias pelagicus)* [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional de Ecuador]. URI. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16893>
- Flores-Guzmán, A. (2018). *Análisis histórico de las capturas y población de Squatina californica, 1960-2017, en el Pacífico noroeste de México con base en una metodología de pocos datos* [Tesis de maestría, CICESE]. URI. <http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/2614>
- Furlong, E. E., Tovar, Á. J. y Ríos, J. E. (2014). Evaluación de riesgo ecológico de la pesca artesanal para los tiburones capturados en la entrada del Golfo de California. *Hidrobiológica*, 24(2), 83–97.
- Galeana, V. I., Galván, M. F. Santana, H. H. (2009). Pesca con anzuelos en barcos palangreros del Océano Pacífico mexicano: efectos en la captura y peso de tiburones y otras especies. *Revista de biología marina y oceanografía*, 44(1), 163-172. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100016>
- Galeana, V. I., Galván, M. F. y Gómez, A. R. (2008). Influencia del tipo de anzuelo y la profundidad de pesca en la captura con palangre de tiburones y otras especies pelágicas al noroeste del Pacífico mexicano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43(1), 99-110. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572008000100010>
- Galván, M. F., Castillo, G. J. L., Hoyos, P. M., Ketchum, J., Peter, K. A., Ramírez, A. S., Torres, R. Y. E. y Tovar, A. J. (2019). Shark ecology, the role of the apex predator and current conservation status. *Advances in Marine Biology*, 83. 61–114. <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2019.08.005>
- García, m. R., Pérez, L. E. L. y Shirasago, G. B. (2017). Influence of environmental variability on distribution and relative abundance of baleen whales (suborder Mysticeti) in the Gulf of California. *Marine Ecology*, 38(6), 1–10. <https://doi.org/10.1111/maec.12479>
- Gassman, J., Laurent, C. y Marcano, J. H. (2014). Ejecución del programa nacional de observadores a bordo de la flota

industrial atunera venezolana del mar Caribe y Océano Atlántico año 2012. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*, 70(5), 2207–2216.

- Godínez, P. C. J. y Castillo, G. J. L. (2016). Distribución y abundancia de elasmobranquios capturados por la flota comercial escamera de mediana altura de San Felipe, Baja California, México. *Ciencia Pesquera*, 24(1), 27–44.
- Godínez, P. C. J., Castillo, G. J. L. y Ortega, S. I. (2016). Diversidad y abundancia relativa de tiburones pelágicos capturados por la flota industrial palangrera de Ensenada, Baja California, México. *Ciencia Pesquera*, 24(1), 97–111.
- Godínez-Padilla, C. J. (2016). *Comportamiento espacio temporal de la captura del tiburón azul (Prionace glauca) de 2006 a 2016, en la costa occidental de la península de Baja California, México*. [Tesis de maestría no publicada].
- Goldman, K. J. 2005. Thresher shark, *Alopias vulpinus*. In: Sharks, Rays, and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes (eds. S. L. Fowler et al.). IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, pp. 250–252.
- Heard, M., Rogers, P. J., Bruce, B. D., Humphries, N. E. y Huvneers, C. (2017). Plasticity in the diel vertical movement of two pelagic predators (*Prionace glauca* and *Alopias vulpinus*) in the southeastern Indian Ocean. *Fisheries Oceanography*, 27, 199–211. <https://doi.org/10.1111/fog.12245>
- Hernández, M. E. (1989). Condiciones climáticas del Golfo de California y sus islas. *Investigación Geográfica*, 20(1), 71–87.
- Hutchinson, G. E. (1953). The Concept of Pattern in Ecology: Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Academy of Natural Sciences*, 105. 1–12. <http://www.jstor.com/stable/4064466>
- INP. (2005). Programa de observadores de tiburón y otros pelágicos mayores del Océano Pacífico. (No publicado).
- Jacox, M. G., Hazen, E. L., Zaba, K. D., Rudnick, D. L., Edwards, C. A., Moore, A. M., & Bograd, S. J. (2016). Impacts of the 2015-2016 El Niño on the California Current System: Early assessment and comparison to past events. *Geophysical Research Letters*, 43(13), 7072–7080. doi:10.1002/2016gl069716
- Jaime-Rivera, M. (2004). *Captura de tiburones pelágicos en la costa occidental de Baja California Sur y su relación con cambios ambientales* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/3252>
- Jiménez, Q. M. D. C., Cervantes, D. R., Funes, R. R., Barón, C. S. A., García, R. F. D. J., Hernández, T. S., Hernández, B. D. U., González, A. R., Martell, D. R., Cerdeira, E. S., Fernández, M. J. I., González, A. L. V., Vásquez-, O. M., y Barrón, B. F. J. (2019). Impact of “The Blob” and “El Niño” in the SW Baja California Peninsula: Plankton and Environmental Variability of Bahía Magdalena. *Frontiers in Marine Science*, 6:25. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00025>
- Kurczyn, J. A., Beier, E., Lavín, M. F. y Chaigneau, A. (2012). Mesoscale eddies in the northeastern Pacific tropical-subtropical transition zone: Statistical characterization from satellite altimetry. *Journal of Geophysical Research*, 117(C10). <https://doi.org/10.1029/2012JC007970>
- Kwang, M. L., Che, T. C., Tai, H. L. y Shou, J. J. (1999). Age, Growth, and Reproduction of the Pelagic Thresher Shark, *Alopias pelagicus* in the Northwestern Pacific. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists*, (1), 68–74. <https://doi.org/10.2307/1447386>
- Kwang, M. L., Yu, T. C., I, H. N. y Chien, B. J. (2006). Spawning per recruit analysis of the pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus*, in the eastern Taiwan waters, *Fisheries Research*, 82(1-3), 56–64. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.08.013>
- Lara, A., Galván, M. F., Elorriaga, V. F., Marmolejo, R. A. J., Gonzalez, A. R., Arreola, M. L. y Jonathan, M. P. (2020). Bioaccumulation and trophic transfer of potentially toxic elements in the pelagic thresher shark *Alopias pelagicus* in Baja California Sur, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111192.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111192>

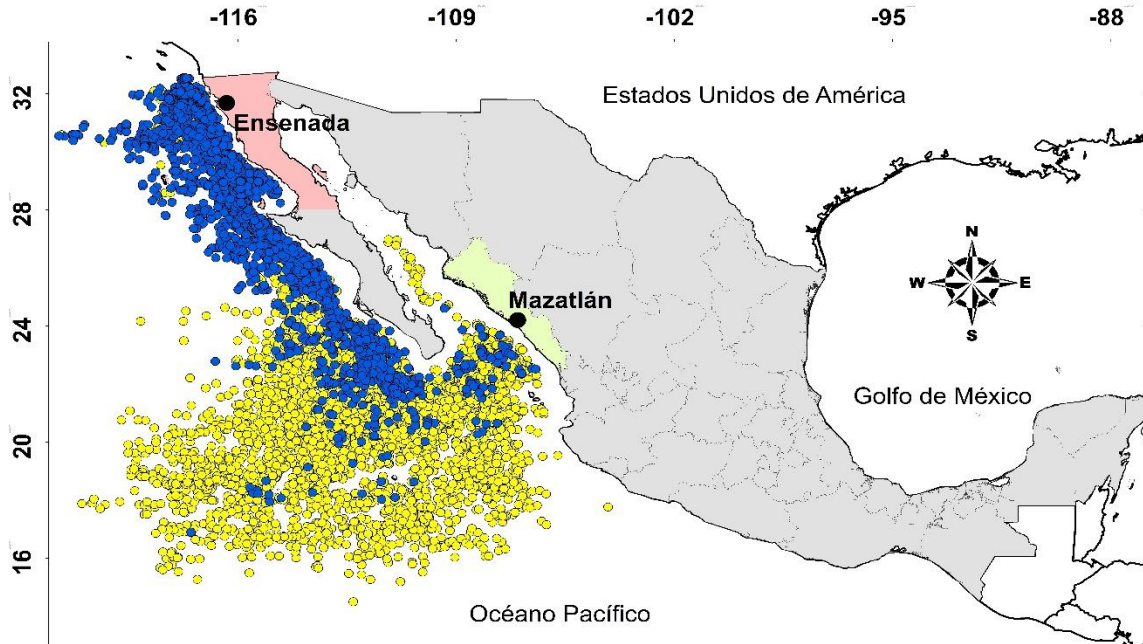
- Lluch, C. S. E., Aragón, N. E. A., Arreguín S. F., Auriolos, G. D., Bautista, R. J. J., Brusca, R. C., Cervantes, D. R., Cortés, A. R., Del Monte, L. P., Esquivel, H. A., Fernández, G., Hendrickx, M. E., Hernández, V. S., Herrera, C. H., Kahru, M., Lavín, M., Lluch, B. D., Lluch, C. D. B., ... Sierra, B. A. P. (2007). The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges, *Progress in Oceanography*, 73(1), 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2007.01.013>
- López, G A. y Zanella, I. (2015). Tiburones y rayas capturados por pesquerías artesanales con línea de fondo en el Golfo Dulce, Costa Rica, *Revista Biología Tropical*, 63(2), 183–198. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23102>
- Lowry, M., Williams, D., y Metti, Y. (2007). Lunar landings - Relationship between lunar phase and catch rates for an Australian gamefish-tournament fishery, *Fisheries Research*, 88(1-3), 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.07.011>
- Márquez, F. J.F., Rodríguez, V. J. A. y Cisneros, M. M. A. (2006). Distribución y migración de tiburones pelágicos en el Golfo de California y sus zonas adyacentes: Reporte técnico parcial de investigación conjunta entre el Instituto Nacional de la Pesca y el Programa Golfo de California de WWF-México. (Agosto 2004-agosto 2006). *World Wildlife Fund*, 1–29.
- Mas, F., Forselledo, R. y Miller, P. (2013). Manual de Comisión internacional para la conservación del atún Atlántico Descripción del tiburón zorro. Pp. 1–15.
- Medina-Bautista, J. (2014). *Estructura espacial de la captura de la pesquería de mediana altura de tiburón en el Pacífico Mexicano*. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/20009>
- Megalofonou, P., Damalas, D., Deflorio, M. y De Metrio, G. (2009). Modeling environmental, spatial, temporal, and operational effects on blue shark by-catches in the Mediterranean long-line fishery, *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1), 47–55. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01221.x>
- Morales, M. J A., Mendonça, F. F., Magalhães, C. O., Oliveira, C., Coelho, R., Santos, S. N., Cruz, P. V., Piercy, A., Burgess, G., Hazin, F. y Foresti, F. (2018). Population genetics of the bigeye thresher shark *Alopias superciliosus* in the Atlantic and Indian Oceans: implications for conservation, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 28(4), 941–951. <https://doi.org/10.1007/s1160-018-9531-4>
- Mouriño, B. C. (2002). *Estructuras de mesoescala (montes submarinos, frentes oceánicos y giros ciclónicos) en el atlántico NE subtropical su importancia en el balance de carbono de la capa fótica*. [Tesis doctoral Universidad de Vigo, España]. URI. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=220455>
- Mucientes, G. R., Queiroz, N., Sousa, L. L., Tarroso, P. y Sims, D. W (2009). Sexual segregation of pelagic sharks and the potential threat from fisheries. *Biology Letters*, 5(2), 156–159. <https://doi:10.1098/rsbl.2008.0761>
- Nava, N. P. y Márquez, F. J. F. (2014). Talla de madurez del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena*, capturado en el Golfo de California. *Hidrobiológica*, 24(2), 129-135.
- NOAA. (2015). El Niño. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/weather-atmosphere/el-nino>
- NOAA. (2016). 'The Blob' eclipsa El Niño. <https://www.fisheries.noaa.gov/news/blob-overshadows-el-nino>
- NOAA. (2020). *Oceans y Coasts*. Razón Pública. <https://www.noaa.gov/oceans-coasts>
- NOM-029-PESC-2006. (2007). *Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento*. Razón Pública. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-029-pesc-2006>
- Oliver, S. P. y Bicskos, K. A. E. (2015). A pelagic thresher shark (*Alopias pelagicus*) gives birth at a cleaning station in the Philippines, *Coral Reefs*, 34(1), 17–17. <https://doi.org/10.1007/s00338-014-1249-8>

- Olivos, O. A., Quijano, S. S. I., Pérez, M. A., Gaviño, R. J. H., Kono, M. T., Pelayo, M. G. C., Ortega, O. C. D. y Verduzco, Z. M. G. (2016). Condiciones hidrográficas en el Pacífico Central Mexicano relacionados con florecimientos algales en la zona costera de Colima. En M. E. García, S. S. I. Quijano, O. A. Olivos, y V. E. J. Núñez (Eds.). *Florecimiento Algaes Nocivos en México, Ensenada, México*. (1ra ed., pp. 256–267). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. https://www.researchgate.net/publication/313821743_Florecimientos_algaes_nocivos_en_las_aguas_costeras_del_estado_de_Guerrero_Mexico
- Osuna-Soto, J. E. (2019). *Talla media de madurez del tiburón zorro *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) en el Océano Pacífico Mexicano* [Tesis de maestría no publicada]
- Páez, O. F., Álvarez, B. S., Ruiz, F. A. C., García, H. J., Jara, M. M. E., Bergés, T. M. E., Piñón, G. A., Alonso, R. R., Soto, J. M. F., Frías, E. M. G., Ruelas, I. J. R., Green, R. C. R., Osuna, M. C. C. y Sanchez, C. J. A., (2017). Environmental status of the Gulf of California: A pollution review. *Earth-Science Reviews*, 166. 181–205. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.01.014>
- Páez, R. D., Insuasti, Z. P., Riofrio, L. M. y Galvan, M. F. (2018). Feeding behavior and trophic interaction of three shark species in the Galapagos Marine Reserve. *PeerJ*, 6, 1–21. <https://doi.org/10.7717/peerj.4818>
- Peterson, W., Bond, N. y Robert, M. (2016). The Blob is gone but has morphed into a strongly positive PDO/SSST pattern. *PICES Press*, 24(2), 46.
- Polo, S. C., Rendón, L. y Galván, M. L. R. (2009). Descripción de la dieta de los tiburones zorro (*Alopias pelagicus*) y (*Alopias superciliosus*) durante la época lluviosa en aguas ecuatorianas. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(4), 556-571.
- Polo-Silva, C. L. (2008). *Ecología trófica de los tiburones zorro *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 y *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839 en el Pacífico Ecuatoriano* [Tesis maestría, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/13925>
- Pradeep, H. D., Shirke, S. S., Nashad, M. y Devi. S. M. (2017). New host and geographical record of the pandarid copepod, *Pandarus cranchii* (Leach, 1819) on the pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 from Andaman Sea. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(1), 834–838.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rendón, M. L. y Pacheco, F. T. (2006). *Hábitos tróficos de los tiburones zorros: *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 y *Alopias superciliosus* Lowe, 1839 en la paya de Tarqui, Manta, Ecuador*. [Tesis de Licenciatura. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí no publicada]
- Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M.P., Herman, K., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureau, N., Romanov, E., Sherley, R.B. & Winker, H. 2019. *Alopias pelagicus*. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2019: e.T161597A68607857. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T161597A68607857>
- Romero, C. A. F y Galván, M. F. (2012). Reproducción del tiburón zorro *Alopias pelagicus* (Nakamura 1935) en el Pacífico Ecuatoriano. En S. A. W. Díaz, C. G. Aguilar y V. O. U. Mendoza. (Eds.). *Libro de resúmenes de symposium nacional de tiburones y rayas* (1ra ed., pp. 21–23). *Sociedad Mexicana de Peces Cartilaginosos*. A. C. México, D. F.
- Romero, S. I. (2008). *Estimaciones satelitales de clorofila y los frentes oceánicos del Atlántico sudoccidental*. [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales]. URI. http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n4237_Romero

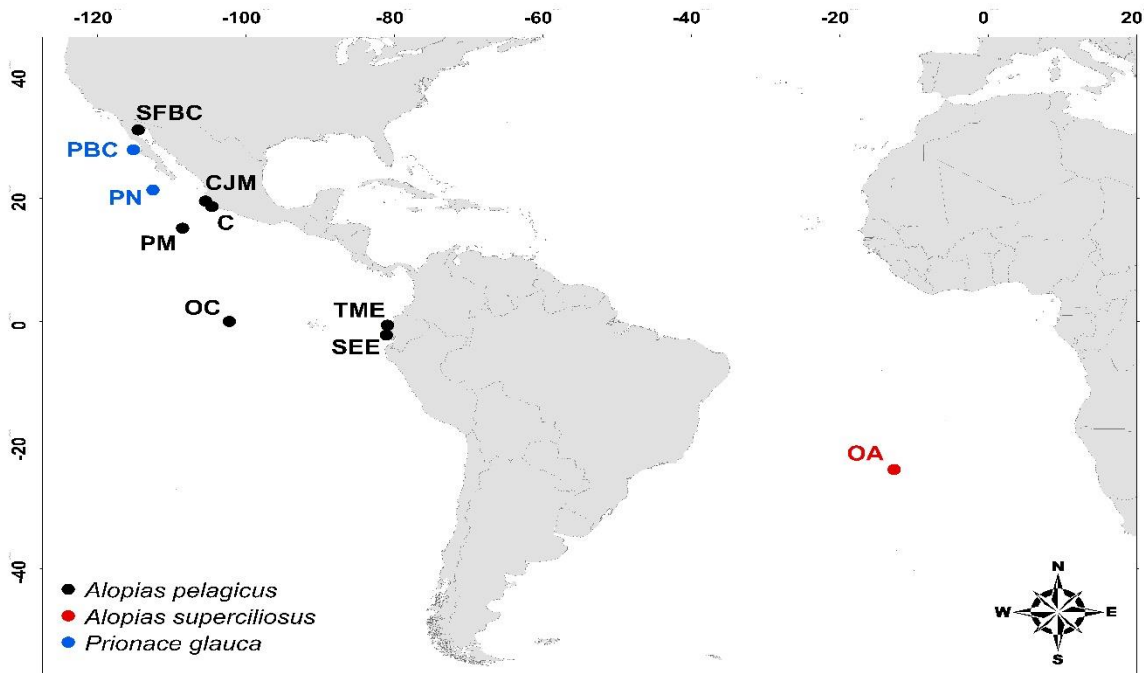
- Rosa-Esteves, M. A. (2018). *Diferencias craneales entre el ecotipo costero y oceánico del delfín nariz de botella (Tursiops truncatus) del Pacífico noroeste mexicano*. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/25989>
- SAGARPA-INP. (2006). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y manejo*. Instituto Nacional de la Pesca. https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/pelagicos/libro_Rojo.pdf
- SAGARPA-INP. (2017). *Boletín de clorofila-a (chl_a)*. Razón Pública. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/313148/Boletin_Diciembre2017.pdf
- Salas de León, D. A. y Monreal, G. M. A. (2005). Procesos físicos que influyen en la productividad biológica de los mares mexicanos. *Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*, 56(4), 49–59.
- Salcedo-Bojórquez, S. (2007). *Variación espacio temporal de las tasas de captura del marlin rayado (Tetrapturus audax) en el noroeste del Pacífico Mexicano de 1980-1990*. [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14168>
- Saldaña, R. L. E., Sosa, N. O., Ramírez, M. Z., Pérez, M. M. A., Rocha, G. F. I. y Rodríguez, M. M. C. (2016). Reconstrucción de capturas por especie de la pesca artesanal de rayas del Golfo de California, 1997-2014. *Ciencia Pesquera*, 24, 81–96.
- Salinas, Z. C. A., Bazzino, F. G., Camarillo, C. S., Rosas, L. R., Mejía, R. A., y Ramos, C. J. E. (2007). El calamar gigante *Dosidicus gigas* (DOrbigny 1835). 469-486.
- Salomón, A. C. A., Villavicencio, G. C. J. y Reyes, B. H. (2009). Zonas y temporadas de reproducción y crianza de tiburones en el Golfo de California: Estrategia para su conservación y manejo pesquero. *Ciencias Marinas*, 35(4), 369–388.
- Salomón-Aguilar, C. A. (2011). *Propuesta de Ordenamiento de la Pesquería de Tiburón en el Pacífico Mexicano* [Tesis de doctorado, Instituto Politécnico Nacional]. URI. <http://rep.uabcs.mx:80/handle/23080/141>
- Santana, H. H., Valdez, F. J. J., y Méndez, G. H. I. (2009). Distribución espacial y temporal de las especies que conforman la captura objetivo e incidental, obtenida por barcos palangreros de altura en el Pacífico Mexicano: 1983-2002. *Ciencia Pesquera*, 17(2), 87–96.
- Santana, I. M. D., Mariana, Palacios, S. D. S. y Salinas, Z. C. A. (2013). Abundance and distribution of lantern fishes (Myctophiformes: Myctophidae) around San Pedro Martir Island, Gulf of California, during 2008. *Latin american journal of aquatic research*, 41(3), 387-394. <https://dx.doi.org/103856/vol41-issue3-fulltext-2>
- Santana-Hernández, H. (2001). *Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico Mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar*. [Tesis de doctorado. Universidad de Colima]. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/tesis>
- Santana-Hernández, H. y J. Valdez-Flores. 2011. Informe Técnico “Contribución para establecer un periodo de veda a la pesca de tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, aplicable a la pesquería palangrera del Pacífico central mexicano”. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima, INAPESCA. 10 p.
- Sims, D. W. (2005). Differences in habitat selection and reproductive strategies of male and female sharks. In *Sexual segregation in vertebrates: ecology of the two sexes* (eds K. E. Ruckstuhl & P. Neuhaus), pp. 127–147. Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Smith, R. L. (1969). *Upwelling*. Oregon State University, Dept. of Oceanography. <https://erdclibrary.on.worldcat.org/oclc/24322078>
- Smith, S. E., Rasmussen, R. C., Ramon, D. A. y Cailliet, G. M. (2008). The Biology and Ecology of Thresher Sharks (Alopiidae). En M. D. Camhi, E. K. Pikitch, y Babcock, E. A. (Eds.). *Sharks of the Open Ocean Biology, Fisheries and Conservation*. (nd ed., pp. 60–68). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781444302516>

- Soria-Quiroz, A. G. (1996). *Análisis descriptivo de la distribución espacial y temporal de algunos tiburones en aguas del Pacífico mexicano y su relación con la temperatura del Mar* [Tesis de licenciatura no publicada]
- Stevenson, M. R. (1970). On the physical and biological oceanography near the entrance of the Gulf of California, October 1966 - August 1967. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 14(3), 387–504.
- Vögler, R., Beier, E., Ortega, G. S., Santana, H. H. y Valdez, F. J. J. (2012). Ecological patterns, distribution and population structure of *Prionace glauca* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) in the tropical-subtropical transition zone of the north-eastern Pacific. *Marine Environmental Research*, 73, 37–52. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2011.10.009>
- Walker, T. I. (1992). Fishery simulation model for sharks applied to the gummy shark, *mustelus antarcticus* Günther, from Southern Australian Waters, *Marine and Freshwater Research*, 43(1), 195–212. <https://doi.org/10.1071/MF9920195>
- Weigmann, S. (2016). Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity, *Journal of Fish Biology*, 88(3), 837–1037. <https://doi.org/10.1111/jfb.12874>
- Wen, P. T., Kwang, M. L. y Shoou, J. J. (2010). Demographic analysis of the pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus*, in the north-western Pacific using a stochastic stage-based model. *Marine and Freshwater Research*, 61(9), 1056–1066. <https://doi.org/10.1071/MF09303>
- Zaitsev, O., Trasviña, C. A., Linero, C. J., Gaxiola, C. G. y Cepeda, M. J. (2014). Condiciones oceanográficas en la plataforma continental frente a bahía Magdalena (México) en 2011-2012, *Ciencias Marinas*, 40(2), 89–112. <https://doi.org/10.7773/cm.v40i2.2314>
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., Smith, G. M. (2009). Mixed effects models and extensions in ecology with R. Chapter 3. En M. Gail, K. Krickeberg, J. M. Samet, A. Tsatis, W. Wong. (Eds.). *Things are not Always Linear; Additive Modelling* (1ra ed., pp. 35–45). Statistics for Biology and Health. https://doi:10.1007/978-0-387-87458-6_3

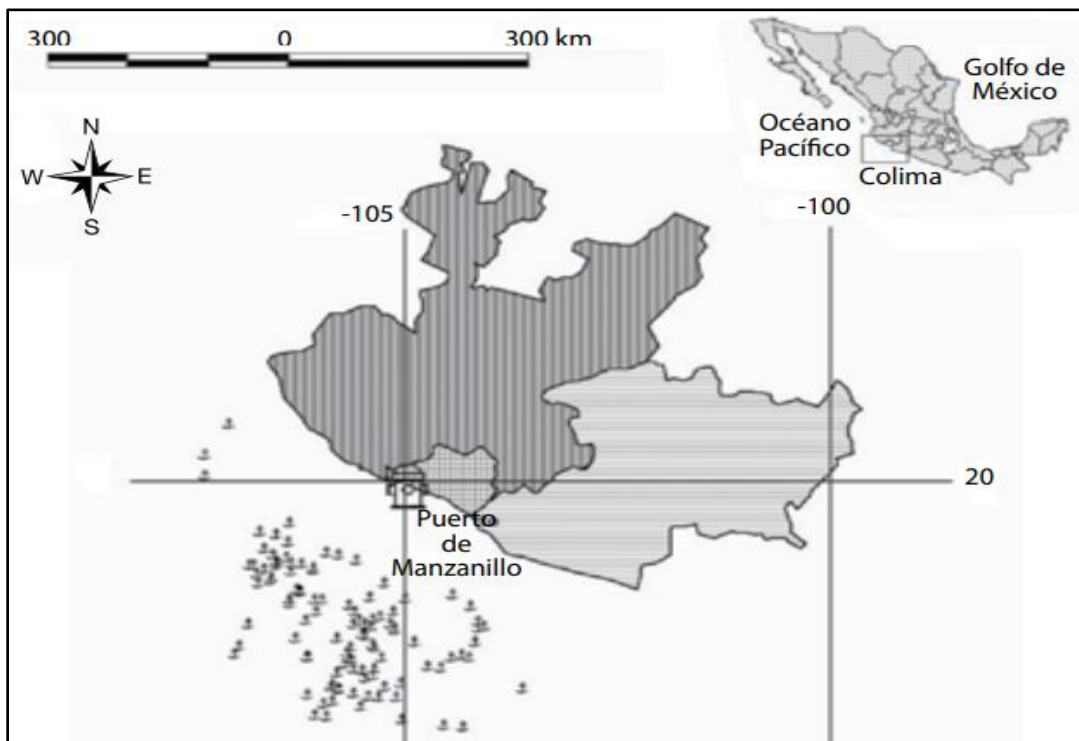
XIII. Anexos



Anexo 1. Ubicación geográfica de los lances de pesca con palangre documentada por el Programa de Observadores de Tiburón durante el periodo 2006–2019. Incluye la flota de Ensenada y Mazatlán.



Anexo 2. Estudios previos a nivel mundial de *Alopias pelagicus* y las especies congéneres. SFBC = San Felipe Baja California, PBC = Península de Baja California (estudio donde se relaciona eventos climáticos con la CPUE), PN = Pacífico Nororiental (estudio de pesquería donde se aplicaron los GAMs) CJM = Colima, Jalisco y Michoacán, C = Colima, PM = Pacífico Mexicano, OC = Océano Pacífico, TME = Tarqui Manta Ecuador, SEE = Santa Elena Ecuador y OA = Océano Atlántico.



Anexo 3. Sitios de captura de tiburón en el periodo abril 2006-abril 2007. Incluye la captura de *Alopias pelagicus*. Tomada de: “La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán” por Cruz et al., 2011. Página 656.

“Lis de Veracruz: Arte, Ciencia, Luz”

www.uv.mx

