

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SEDE TONALÁ

TESIS

Variación temporal de la captura de
tiburones mediante palangres de
deriva en el campo pesquero de
Paredón, Chiapas, México

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN BIOLOGÍA
MARINA Y MANEJO INTEGRAL DE
CUENCAS

PRESENTA

GABRIELA PALACIOS BALBUENA

Director

Dr. Emilio Ismael Romero Berny
Instituto de Ciencias Biológicas-Sede Tonalá, UNICACH

Asesora

Biol. Mar. y M. I. C. Cristina Celaya Castillo



Tonalá, Chiapas

Noviembre de 2024



Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Dirección de Servicios Escolares
Departamento de Certificación Escolar
Autorización de impresión



Lugar: Tonalá, Chiapas
Fecha: 7 de noviembre de 2024

C. Gabriela Palacios Balbuena

Pasante del Programa Educativo de:

Licenciatura en Biología marina y Manejo integral de cuencas

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

**Variación temporal de la captura de tiburones mediante palangres de deriva en el
campo pesquero de Paredón, Chiapas, México**

En la modalidad de **Tesis**

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Fredi Eugenio Penagos García

Ing. Víctor Manuel Guillén Rodríguez

Dr. Emilio Ismael Romero Berry

Firmas:

Ccp. Expediente.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Emilio Ismael Romero Berny, a mi asesora, la Biol. Mar. Y M. I. C. Cristina Celaya Castillo.

A mis revisores, el Dr. Fredi Eugenio Penagos García y al Ing. Víctor Manuel Guillen Rodríguez.

Su comprensión y paciencia contribuyeron a mi experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación.

No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este proceso.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios:

“Por darme la fortaleza y el coraje necesario para concluir mis estudios con éxito, por permitirme siempre alcanzar con su bendición y gracia sublime cada meta, cada objetivo, tanto personal como académico en mi vida diaria, por brindarme la sabiduría necesaria para pasar cada obstáculo que, a lo largo de todos estos años, la vida me ha presentado, le estaré infinitamente agradecido”

A mis padres y hermanos

“De igual manera les agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos. Por su pacencia en este caminar diario, que no fue nada fácil, más sin embargo fueron pieza fundamental en el proceso de convertirme como todo un profesionalista, ¡a mis hermanos y amigos que siempre con su cariño y apoyo me mantuvieron motivado para que yo me mantuviera firme y que siempre estuvieron conmigo de una y mil maneras!”

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	8
II.	MARCO TEORICO.....	11
2.1	Generalidades de los tiburones	13
2.2	Artes de pesca empleadas en la captura de tiburones	18
2.2.1	Palangre de deriva.....	18
2.2.2	Palangre de fondo	19
2.2.3	Red de enmalle para tiburón en embarcaciones menores	20
2.3	Pesca de tiburones en el Pacífico mexicano y Chiapas	20
III.	ANTECEDENTES.....	23
IV.	OBJETIVOS	26
4.1	Objetivo general:.....	26
4.2	Objetivos específicos:.....	26
V.	MATERIALES Y MÉTODO	27
5.1	Área de estudio	27
5.2	Trabajo de campo.....	28
VI.	RESULTADOS	32
6.1	Composición de las capturas.....	32
6.2	Estructura de tallas, proporción sexual y estadio de madurez de especies de tiburones desembarcados en Paredón, Chiapas	34
6.2.1	<i>Alopias pelagicus</i> (Nakamura, 1935).....	34
6.2.2	<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller y Henle, 1839).....	36
6.2.3	<i>Carcharhinus galapagensis</i> (Snodgrass y Heller, 1905)	38
6.2.4	<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller y Henle, 1839).....	40
	Figura 17. <i>Carcharhinus limbatus</i> (Tomado de Robertson <i>et al.</i> , 2024)	40

6.2.5 <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith y Smith, 1834)	41
6.2.6 <i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)	44
6.1.7 <i>Nasolamia velox</i> (Gilbert, 1898).....	44
6.1.8 <i>Rhizoprionodon longurio</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	45
6.1.9 <i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758).....	46
6.3 Variación temporal de capturas de tiburón con palangre de deriva	48
VII. DISCUSIÓN.....	50
VIII. CONCLUSIONES	55
IX. RECOMENDACIONES	57
X. ANEXOS.....	58
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista taxonómica de especies de tiburones desembarcados por la flota pesquera de palangre de deriva en Paredón, Chiapas.....	32
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Filogenia de los Chondrichthyes (Tomado de Matos <i>et al.</i> , 2015).....	13
Figura 2. Rol ecológico de control “Arriba-hacia abajo” de los tiburones en un ecosistema marino tropical (Tomado de Roff <i>et al.</i> , 2016).	14
Figura 3. Corte de vértebras de tiburón y anillos para estimación de edad (Tomado de The Campana Lab, 2024).....	15
Figura 4. Estructura del palangre de superficie o deriva (Tomado de Vega <i>et al.</i> , 2016).....	19
Figura 5. Localización del campo pesquero Paredón, Chiapas.	27
5.2 Trabajo de campo.....	28
Figura 6. Longitud Total (LT) tomada para todos los ejemplares.....	28
Figura 7. Dimorfismo sexual entre tiburones.....	29
Figura 8. Determinación de madurez sexual en machos	30
Figura 9. Determinación de madurez sexual en hembras.....	30
Figura 10. Composición taxonómica porcentual de las capturas de tiburón con palangre de deriva en Paredón, Chiapas (2021-2022).	33
Figura 11. <i>Alopias pelagicus</i> (Tomado de Robertson <i>et al.</i> , 2024).....	34
Figura. 12. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para <i>A. pelagicus</i> en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.	35
Figura 13. <i>Carcharhinus falciformis</i> (Tomado de Robertson <i>et al.</i> , 2024)	36
Figura 15. <i>Carcharhinus galapagensis</i> (Tomado de Robertson <i>et al.</i> , 2024)	38
Figura. 16. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para <i>C. galapagensis</i> en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos. .	39
Figura 17. <i>Carcharhinus limbatus</i> (Tomado de Robertson <i>et al.</i> , 2024)	40
Figura. 18. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para <i>C. limbatus</i> en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.	41

Figura 19. <i>Sphyrna lewini</i> (Tomado de Robertson <i>et al.</i> , 2024).....	42
Figura. 20. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para <i>S. lewini</i> en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.	43
Figura. 21. Ejemplar hembra de <i>C. obscurus</i> , desembarcado en Paredón, Chiapas.....	44
Figura. 22. Ejemplar hembra de <i>N. velox</i> , desembarcado en Paredón, Chiapas. I) Mancha negra característica de la especie; II) Orificios nasales.	45
6.1.8 <i>Rhizoprionodon longurio</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	45
Figura. 23. Ejemplar macho de <i>R. longurio</i> , desembarcado en Paredón, Chiapas, capturado con palangre de deriva.....	46
Figura. 24. Ejemplar de <i>S. zygaena</i> , desembarcado en Paredón, Chiapas.....	47
Figura. 25. Dendrograma UPGMA de similitud de Bray-Curtis de los meses de muestreo 2021-2022 de acuerdo a las capturas de 9 especies de tiburones en Paredón, Chiapas.	48
Figura. 26. Variación mensual del Log número de tiburones capturados por palangres de superficie en el campo pesquero de Paredón, Chiapas, de marzo de 2021 a abril de 2022.....	49

RESUMEN

Los tiburones representan a un grupo de peces cartilaginosos altamente aprovechados por la pesca artesanal, y son una gran fuente de alimento y empleo para las comunidades pesqueras de ambos litorales del país. En Chiapas, la captura de tiburones es principalmente artesanal, y se realiza con palangres de deriva o fondo. El objetivo fue analizar la composición y estructura de tallas de las especies de tiburones de importancia comercial capturados por la flota artesanal de palangres de deriva del campo pesquero Paredón, Chiapas en el Golfo de Tehuantepec, y su variación a lo largo de un ciclo de capturas. Un total de 522 organismos de tiburones pertenecientes a dos órdenes, tres familias, cinco géneros y nueve especies fueron muestreados durante los desembarques de la flota palangrera de deriva en el campo pesquero Paredón, Chiapas, entre marzo 2021 y abril 2022. La composición taxonómica estuvo integrada principalmente por *Carcharhinus falciformis* (84.1%), seguida por *Sphyrna lewini* (6.3%), *Alopias pelagicus* (4%), mientras que el resto de las especies se registraron en proporciones menores al 3%: *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus galapagensis*, *Sphyrna zygaena*, *Carcharhinus obscurus*, *Rhizoprionodon longurio* y *Nasolamia velox*. En cuanto a la longitud total de las especies más frecuentes, *C. falciformis* varió de 60.9 a 260.2 cm, con 76.3% de inmaduros y 23.7% de maduros; *S. lewini* varió de 60.1 a 245 cm, con 84.4 de inmaduros y 15.6 de maduros, mientras que *Alopias pelagicus* varió de 162.2 a 269.4 cm, con 85.7% de maduros y 14.3% de inmaduros. Se determinaron tres conjuntos de meses con mayor similitud en las capturas de tiburones por especie: enero-2022; octubre-2021, marzo y abril-2022 y marzo, abril y agosto-2021. Los mayores desembarques por unidad de esfuerzo (DPUE) ocurrieron durante abril 2021, sin embargo, no se determinó que hubiera diferencias en los desembarques medios a lo largo del periodo de este estudio 0.63 ± 0.61 DPUE. En otros sitios del Pacífico mexicano, como el Golfo de California, se han detectado variaciones temporales en los volúmenes de captura, sin embargo, es necesario ampliar los estudios para determinar las condiciones ambientales que puedan influir en la pesca.

ABSTRACT

Sharks represent a group of cartilaginous fish that are highly utilized by artisanal fishing and are a significant source of food and employment for fishing communities on both coasts of the country. In Chiapas, shark fishing is primarily artisanal, conducted with drift or bottom longlines. The objective was to analyze the species composition and size structure of commercially important sharks caught by the artisanal drift longline fleet from the Paredón fishing camp, Chiapas, in the Gulf of Tehuantepec, and their variation throughout a fishing cycle. A total of 522 shark specimens belonging to two orders, three families, five genera, and nine species were sampled during the landings of the drift longline fleet at the Paredón fishing camp, Chiapas, between March 2021 and April 2022. The taxonomic composition was primarily composed of *Carcharhinus falciformis* (84.1%), followed by *Sphyrna lewini* (6.3%) and *Alopias pelagicus* (4%), while the remaining species were recorded at proportions below 3%: *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus galapagensis*, *Sphyrna zygaena*, *Carcharhinus obscurus*, *Rhizoprionodon longurio*, and *Nasolamia velox*. Regarding the total length of the most frequent species, *C. falciformis* ranged from 60.9 to 260.2 cm, with 76.3% immature and 23.7% mature individuals; *S. lewini* ranged from 60.1 to 245 cm, with 84.4% immature and 15.6% mature individuals, while *Alopias pelagicus* ranged from 162.2 to 269.4 cm, with 85.7% mature and 14.3% immature individuals. Three sets of months with greater similarity in shark catches by species were identified: January 2022; October 2021, March and April 2022; and March, April, and August 2021. The highest landings per unit effort (LPUE) occurred during April 2021; however, no significant differences were found in mean landings throughout the study period (0.63 ± 0.61 LPUE). In other sites along the Mexican Pacific, such as the Gulf of California, temporal variations in capture volumes have been detected; however, further studies are needed to determine the environmental conditions that may influence fishing.

I. INTRODUCCIÓN

Los tiburones representan a un grupo de peces cartilagosos, altamente aprovechados por actividades pesqueras, encontrándose varias especies amenazadas al ser susceptibles a mortalidad como fauna acompañante (Dulvy, *et al*, 2014).

La pesquería de tiburones en México representa una gran fuente de alimento y empleo para las comunidades pesqueras de ambos litorales del país, la mayor parte de la pesca de tiburones está destinadas al consumo humano directo, destacando la comercialización de su carne y aletas como los principales productos derivados de este grupo de peces (Castillo-Géniz *et al*, 2002).

La pesca de tiburones en aguas mexicanas opera de acuerdo a las abundancias estacionales de aproximadamente 40 especies de importancia comercial (Soriano-Velásquez *et al*, 2006).

La pesquería de tiburones es una de las más importantes en el litoral del Pacífico mexicano, caracterizada por ser una pesquería multiespecífica que genera gran cantidad de empleos, las especies que se capturan son de vida larga y frágiles desde el punto de vista de la explotación, la captura de las diferentes especies que habitan en la Zona Económica Exclusiva del litoral Pacífico de México se realiza con tres unidades de flota (oceánica, de mediana altura y de embarcaciones menores), además destacan tres regiones productivas: el Golfo de Tehuantepec, el Golfo de California y la costa occidental de la Península de Baja California (Castillo-Géniz *et al*, 2008).

En el estado de Chiapas se cuenta con los siguientes principales puntos de desembarco de tiburón: Puerto Chiapas, Boca Del Cielo, Costa Azul y Paredón, siendo este último el segundo más importante para la costa de Chiapas por su producción reportada (SAGARPA, 2014). En Chiapas, la captura de tiburones es principalmente artesanal, capturándose con palangres (de superficie o fondo) y redes (agallera y enmalle), además de la captura incidental, y de estas, la más utilizada y que reporta mayores capturas, es el palangre de superficie (Castillo-Géniz *et al*, 2002; INAPESCA, 2012).

Las especies que sostienen la pesquería de tiburones en el campo pesquero de Paredón son *Carcharhinus falciformis* y *Sphyrna lewini*, que son especies oceánica-epipelágicas y costera- oceánicas, respectivamente (Castellanos-Betancourt, *et al*, 2013). Además de la importancia económica y pesquera de estas especies, tienen un papel ecológico importante, ya que se les considera depredadores topes (Gallagher, *et al*, 2014).

Aunque son especies de gran importancia, ecológica, pesquera y económica, se encuentra poca información disponible de su estructura de tallas o mayor frecuencia de capturas a lo largo de un ciclo anual de pesca, lo cual hace que su manejo y conservación se dificulte al desconocerse aspectos básicos de su biología; datos que pueden ser de utilidad para la identificación de áreas de importancia crítica y ayudar a tener evidencia de segregación social (CONAPESCA, 2004).

A través de datos de capturas y frecuencia de tallas a lo largo de un año de capturas, es posible hacer análisis que nos permitan predecir la distribución de

tallas, procedimiento que permite realizar evaluación de poblaciones (Maunder y Watters, 2003).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la composición y estructura de tallas de las especies de tiburones de importancia comercial capturados por la flota artesanal de palangres de deriva del campo pesquero Paredón, Chiapas en el Golfo de Tehuantepec, y su variación a lo largo de un ciclo de capturas, información que añadirá datos biológicos y pesqueros de estas especies de importancia comercial en el Pacífico Mexicano.

II. MARCO TEORICO

Los tiburones son peces que pertenecen a la clase Chondrichthyes y se caracterizan por presentar un esqueleto interno simple formado por un cartílago flexible, una mandíbula superior e inferior y de 5 a 7 pares de hendiduras branquiales al lado de la cabeza. La forma del cuerpo de estos animales suele ser cilíndrica, aunque algunos tienen cuerpos deprimidos, altas pectorales y un par de aletas pélvicas; tienen una aleta caudal larga y una o dos aletas dorsales, algunas con espinas (Compagno *et al.*, 2005).

Son los principales depredadores tope en los ecosistemas marinos y costeros (Cortés, 1999), tienen una complicada estructura por tamaños y segregación por sexos, y una estrecha relación stock-reclutamiento (Bonfil *et al.*, 1993). Según Castro (1993) hay tres tipos de áreas para los tiburones, según sea su uso; áreas de alimentación de adultos, áreas de reproducción y áreas de crianza. También se tiene registros de hembras que van a lugares de crianza a parir a sus crías o a depositar sus huevos, estas áreas suelen ser zonas costeras poco profundas y muy productivas, como lo reporta Springer (1967).

En México se han documentado cerca de 80 especies de tiburones, lo que ubica al país como una región estratégica en la conservación y protección de la diversidad de este grupo de peces (Castillo-Géniz *et al.*, 2008) Gracias a esta gran diversidad de peces cartilaginosos en las zonas costeras de México, numerosas comunidades

ribereñas se han dedicado a su aprovechamiento comercial, debido a que de los tiburones se obtienen sin número de productos para consumo humano.

La clase de los Condrictios, se compone de dos subclases: Elasmobranchii, que incluye a los tiburones y rayas; y la Holocephali, que incluye a las quimeras (Figura 1). El grupo de los tiburones pertenece al superorden de los Selacimorfos (Matos *et al.*, 2015), y los más importantes que son capturados con fines comerciales en aguas mexicanas, pertenecen en su gran mayoría a las ordenes Carcharhiniformes y Lamniformes (Compagno, 1990), siendo las familias más importantes: Carcharhinidae (tiburones grises), Sphyrnidae (tiburones martillo), Triakidae (tiburones mamones) y Alopiidae (tiburones coludos o zorros). Los tiburones grises y martillos son capturados principalmente en aguas costeras por embarcaciones menores (lancha o panga), en el Pacífico Mexicano la captura de tiburones tanto ribereña como de mediana altura está sostenida por la captura estacional de diferentes familias distribuidas a lo largo de la costa (Castillo-Géniz *et al.*, 2002).

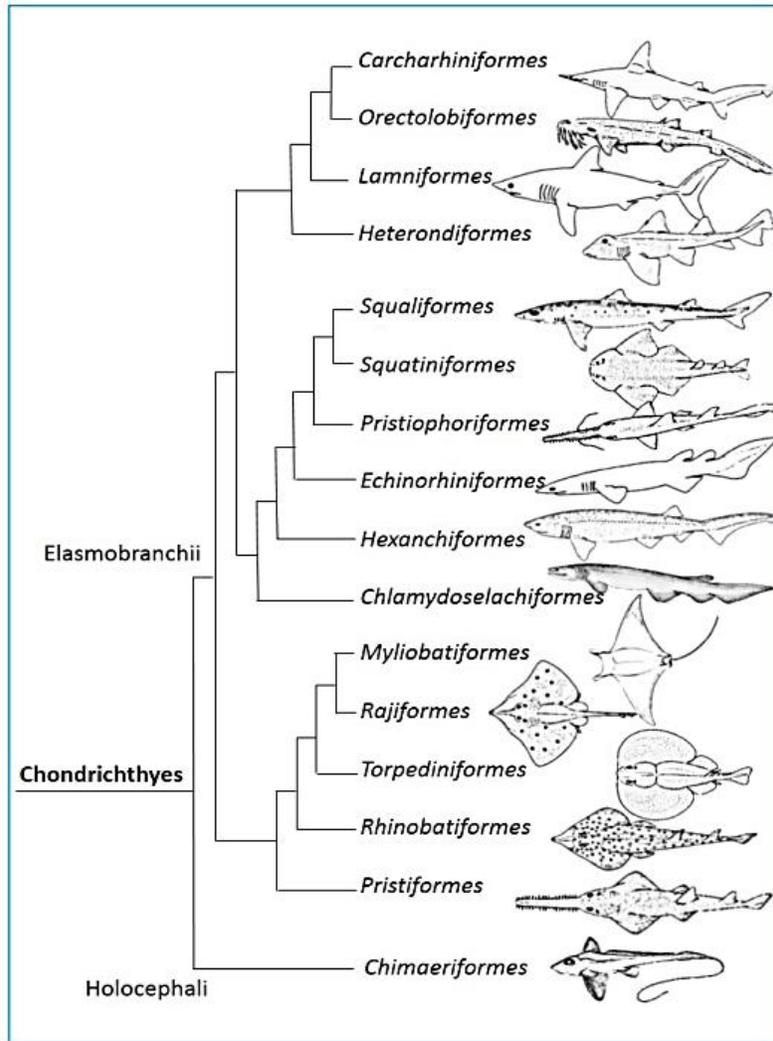


Figura 1. Filogenia de los Chondrichthyes (Tomado de Matos *et al.*, 2015)

2.1 Generalidades de los tiburones

Los tiburones, se encuentran taxonómicamente en el grupo de los *Chondrichthyes*, una clase que incluye a todos los peces cartilagosos, también llamados elasmobranquios, existen entre 954 y 1 168 especies en al menos 9 órdenes, 57 familias y 182 géneros (Compagno *et al.*, 2005).

En su mayoría los tiburones de gran tamaño son depredadores tope, ocupando el extremo de la cadena trófica, ejerciendo un rol ecológico de control “arriba-hacia abajo (Top-Down)” en los ecosistemas marinos (Roff *et al.*, 2016) (Figura 2). Los tiburones consumen una amplia variedad de presas, entre los cuales se encuentran peces óseos, tiburones más pequeños, mamíferos marinos, organismos bentónicos, tortugas marinas, algunos de ellos son carroñeros y otros se alimentan de plancton, como el tiburón ballena *Rhincodon typus* (Cailliet *et al.*, 2005).

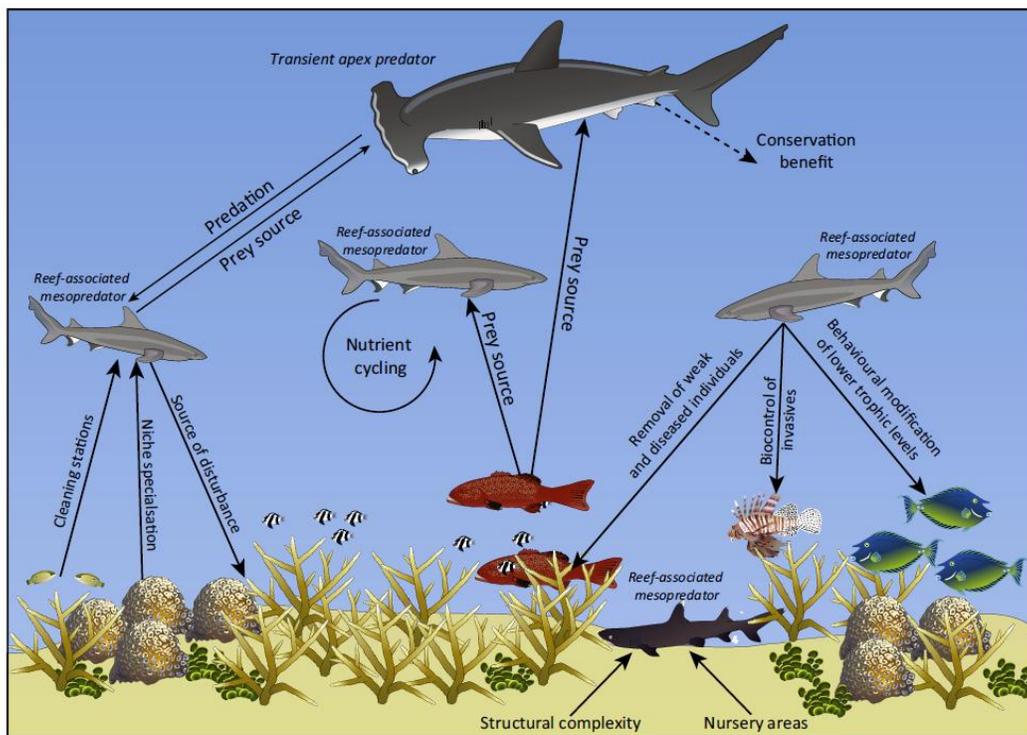


Figura 2. Rol ecológico de control “Arriba-hacia abajo” de los tiburones en un ecosistema marino tropical (Tomado de Roff *et al.*, 2016).

Por lo general los tiburones suelen habitar el mar, pero algunas especies, como el tiburón toro *Carcharhinus leucas*, entran en estuarios o incluso en ríos y lagunas de agua dulce ya que, evolutivamente, están fisiológicamente adaptados a distintas variedades de hábitat con un drástico cambio en la salinidad (Compagno *et al.*, 2005).

Son organismos longevos y tardan mucho en llegar a su madurez. Por ejemplo, las especies pequeñas, como el tiburón australiano *Rhizoprionodon taylori* alcanza la madurez en aproximadamente un año, mientras que el *Carcharhinus obscurus* necesita un periodo de 20 a 25 años aproximadamente (Natanson *et al.*, 1995).

Sin embargo, es complicado determinar de manera exacta la edad de los tiburones sin desarrollar extensas investigaciones, aun usando métodos relativamente simples, como lo es el conteo de anillos de crecimiento en cortes de vertebras, estructura generalmente utilizada en estos grupos para determinar edad y tasas de crecimiento (Figura 3) (García-Núñez, 2008).

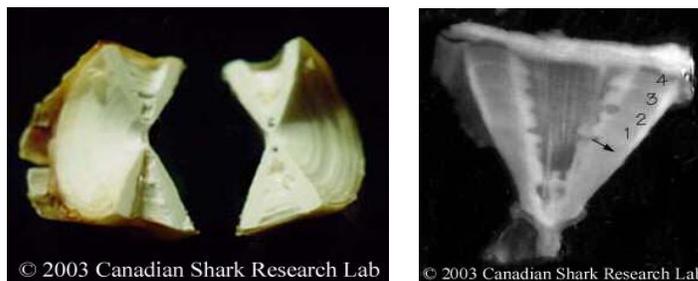


Figura 3. Corte de vértebras de tiburón y anillos para estimación de edad (Tomado de The Campana Lab, 2024)

Siendo depredadores topos con relativamente pocos enemigos naturales, en sistemas no perturbados los tiburones sólo necesitan procrear pocas crías que sean capaces de llegar a la madurez para poder mantener sus poblaciones estables. Las estrategias reproductivas de los tiburones son apropiadas y exitosas en un medio en el que los principales depredadores son otros tiburones más grandes. Suelen ser especies de crecimiento lento, que maduran a una edad relativamente avanzada, criando camadas poco numerosas, con crías de gran tamaño y bien desarrolladas. Esta estrategia K es característica de especies con poca mortalidad natural y pocos depredadores naturales, y puede ser muy exitosa bajo condiciones naturales. Sin embargo, esto también impone límites a la productividad reproductiva, lo cual aunado a la tendencia mostrada por muchas especies de tiburones a agruparse por edades y sexos vuelve a algunas especies vulnerables a la sobreexplotación en ausencia de una gestión adecuada (García-Núñez, 2008).

La biología reproductiva de los tiburones tiene una historia filogenética bastante larga, de aproximadamente 350 millones de años, además presenta una amplia distribución y diversas especializaciones reproductivas que han adoptado. Muchos aspectos reproductivos de los tiburones incluyendo la gonadogénesis, la determinación de sexo, el lugar donde sucede la gestación, el origen de los ductos reproductivos y la baja fecundidad, los asemejan más a los anfibios y amniotas que a los peces óseos. Como en los cordados, los caracteres sexuales secundarios en tiburones se clasifican como morfológicos, fisiológicos y de comportamiento. Presentan dimorfismo y las estructuras sexuales se desarrollan tanto interna como externamente, las primeras son los ductos que se desarrollan tanto interna como

externamente, las primeras son los ductos que llevan a los gametos al exterior (Hoyos-Padilla, 2003).

Los dientes de los tiburones son algo único, a diferencia de los dientes de los otros animales, estos crecen constantemente para sustituir los que pierde al cazar. La boca de los tiburones suele tener cinco o más hileras de dientes, una detrás de la otra; utilizan las filas delanteras para atrapar y desgarrar a sus presas, cuando se rompen o caen sus dientes delanteros, la hilera posterior se mueve para sustituir los dientes perdidos. Los tiburones desarrollan dientes nuevos durante toda su vida. Los dientes de los tiburones están adaptados de acuerdo a su forma de alimentarse, la mayoría de los dientes son muy cortantes, que van desde puntas curvadas y puntas triangulares (Programa de Conservación de Tiburones, 2009).

Las aletas desempeñan un papel importante para los tiburones, no son flexibles, sino rígidas y se sostienen por radios cartilagosos. Las aletas en los tiburones tienen dos funciones principales: 1) evitar que el tiburón gire sobre sí mismo; los tiburones tienen una o dos aletas dorsales que estabilizan su cuerpo, las aletas anal y pélvica tienen la misma función; 2) propulsar y controlar la dirección. Las aletas pectorales evitan que el tiburón se incline hacia arriba o hacia abajo y pierda equilibrio; las aletas pectorales dobles elevan al tiburón cuando nada (Programa de Conservación de Tiburones, 2009).

2.2 Artes de pesca empleadas en la captura de tiburones

2.2.1 Palangre de deriva

También conocido como palangre de superficie, es uno de los principales artes de pesca empleado para la captura de tiburón. La línea madre puede ser de nylon monofilamentado o trenzado, polietileno o polipropileno, de 3.5 a 4 mm de diámetro. Su longitud puede variar entre 1000 a 8000 m, usando entre 50 y 400 anzuelos tipo circular o recto (Figura 4). En este tipo de pesquería puede haber embarcaciones con equipo auxiliar para operaciones mecanizadas, en las que también se utiliza equipo electrónico para la navegación y ecodetección. El palangre opera a la deriva durante aproximadamente 12 horas y la profundidad de trabajo puede ser ajustada mediante la modificación de las longitudes de los orinques, reinales y la línea madre entre orinques. La profundidad a la que suele operar este palangre es entre 10 y 50 m, por lo que también se le conoce “de superficie” para diferenciarlo del palangre de fondo, operado a mayor profundidad. Como carnada se usan especies de los grupos de las sardinas (p. ej. *Sardinops*) o jureles (*Carangidae*), entre otras, que en muchos casos son utilizados como carnada viva, aunque el tipo de carnada es variable según cada región (Carta Nacional Pesquera, 2012).

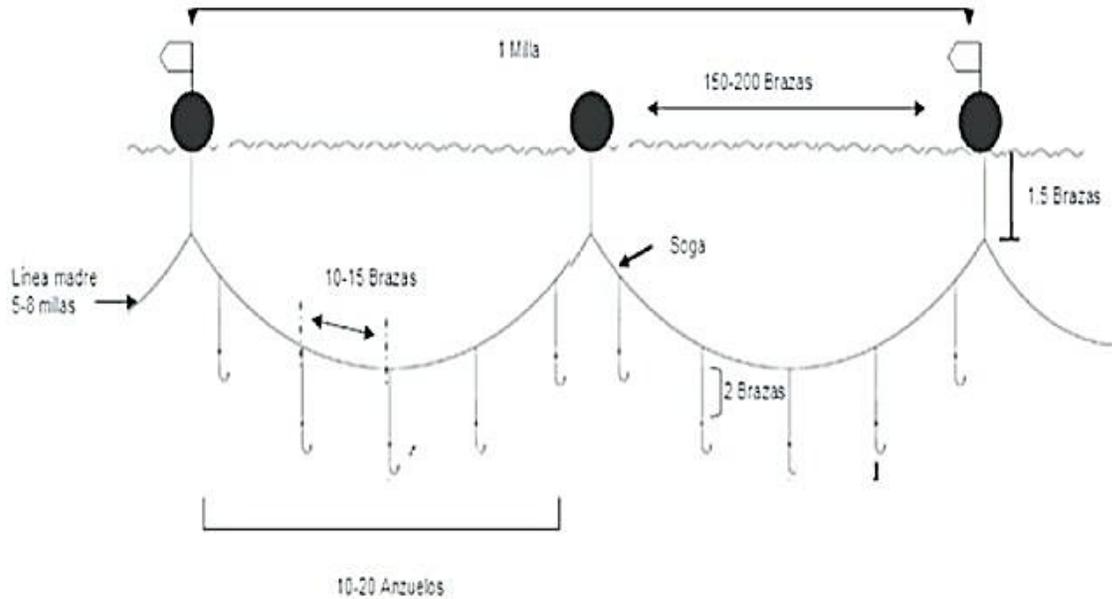


Figura 4. Estructura del palangre de superficie o deriva (Tomado de Vega *et al.*, 2016)

2.2.2 Palangre de fondo

La línea madre es la más larga del equipo, de la cual penden los reinales, que pueden tener o no alambradas, cada reinal contiene un anzuelo tipo circular o recto en el que se coloca la carnada. Todos los reinales tienen la misma longitud y la distancia entre ellos es de 12 m máximo. En cada extremo del palangre se coloca un grampín, que conecta a un orinque señalado mediante una boya en la superficie para localizarla. El equipo se opera fijo al fondo del mar en profundidades de hasta 180 m. Cada palangre puede tener entre 100 y 500 anzuelos. En su operación participan entre 2 y 4 pescadores (Carta Nacional Pesquera, 2012).

2.2.3 Red de enmalle para tiburón en embarcaciones menores

Se emplea en aguas marinas y bahías de ambos litorales; el tamaño de malla puede variar de 125 mm para el cazón hasta 457 mm para tiburón y rayas. El hilo empleado es nylon monofilamentado o multifilamentado con diámetro de 0.7 mm para cazón hasta 2.4 mm para tiburón. Las redes presentan longitud y altura máxima de 840 m y 50 mallas, respectivamente. Se emplea a fondo o en la superficie, ya sea fija o a la deriva (Carta Nacional Pesquera, 2006).

2.3 Pesca de tiburones en el Pacífico mexicano y Chiapas

Las pesquerías de tiburón en el Pacífico mexicano tienen una historia con registros que se remontan a los siglos XVIII y XIX, pero esta actividad alcanzará una mayor relevancia durante el siglo XX al norte del Golfo de California (Castillo-Geniz *et al.*, 1996). Estas pesquerías han sido una actividad importante para las comunidades costeras de México, especialmente en el contexto del aprovechamiento de los recursos marinos. Durante la primera mitad del siglo XX, la pesca de tiburón en el Pacífico mexicano se centró principalmente en la extracción de aceite de hígado, utilizado para la industria farmacéutica debido a su alto contenido de vitamina A, principalmente a mayor escala en el Golfo de California. Las flotas pesqueras, muchas veces conformadas por pequeñas embarcaciones artesanales, se aventuraban en mar abierto para capturar tiburones de gran tamaño, como el tiburón martillo (*Sphyrna spp.*) y el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), especies que eran abundantes en las aguas mexicanas. La carne de tiburón no era

particularmente apreciada en la dieta mexicana, por lo que la pesca estaba motivada principalmente por el valor comercial de sus subproductos (Castillo-Geniz *et al.*, 1996; Sosa-Nishizaki, 2021).

A partir de la década de 1970, la pesca de tiburón en el Pacífico mexicano experimentó una expansión significativa. El desarrollo de nuevas tecnologías, como los barcos con mayor capacidad de navegación y el uso de redes más eficientes, permitió un aumento en las capturas. Durante este periodo, la carne de tiburón comenzó a ganar popularidad en mercados nacionales e internacionales, mientras que las aletas se convirtieron en un producto de alto valor debido a la demanda del mercado asiático. El comercio de aletas impulsó un crecimiento en las capturas, lo que resultó en un aumento de la presión sobre las poblaciones de tiburones. A lo largo de las décadas de 1980 y 1990, se hizo evidente una disminución en las poblaciones de algunas especies de tiburón en el Pacífico mexicano. Esta situación generó preocupación tanto en el ámbito científico como en el sector pesquero, llevando a la implementación de medidas de manejo. En 2007, México implementó su primera Norma Oficial Mexicana específica para la pesca de tiburón y rayas, conocida como la NOM-029-PESC-2006, con el objetivo de regular y controlar la captura de estos organismos. La normativa incluye restricciones en las temporadas de pesca, límites de captura y la prohibición de la captura de algunas especies vulnerables (Sosa-Nishizaki, 2021).

En la actualidad, las pesquerías de tiburón en el Pacífico mexicano siguen siendo una actividad económica importante, pero están sujetas a una regulación más estricta. La vigilancia y el monitoreo han mejorado, y existe un interés creciente por implementar prácticas sostenibles que permitan la conservación de las especies y

el mantenimiento de la actividad pesquera. La historia de la pesca de tiburón en México es un ejemplo de cómo la explotación intensiva de los recursos marinos puede llevar a la sobreexplotación, destacando la importancia de un manejo adecuado y la conservación de los ecosistemas marinos (Castillo-Géniz *et al.*, 2008).

Como ocurrió en otras partes del Pacífico mexicano, la pesca de tiburón se intensificó durante la década de 1950, en las costas de Tonalá y en la frontera de Guatemala (Sosa-Nishizaki, 2021). En este litoral se capturan especies tanto de hábitos costeros como pelágicos, documentándose la presencia de unas 21 especies de tiburones, siendo las más capturadas *Carcharhinus falciformis* y *Sphyrna lewini* (Morales-Pacheco *et al.*, 2016).

III. ANTECEDENTES

Los estudios en series temporales sobre capturas de tiburones han sido realizados en varias partes del mundo, muchos de los cuales describen la pesca de palangre como método de captura e incorporan información biológica adicional como estructura de tallas y proporción sexual, como se ha evaluado recientemente en Brasil (D'Ambrosio-Ferrari *et al.*, 2016), Australia (Braccini *et al.*, 2021), Cuba (Ruíz-Abierno *et al.*, 2021) y Pakistán (Javed *et al.*, 2024).

Específicamente, las caracterizaciones pesqueras sobre capturas de tiburones en México cuentan con varios estudios, principalmente en la costa del Pacífico, en donde comenzó a desarrollarse una extracción sistemática de este recurso (Castillo-Géniz *et al.*, 2016). Algunos de los estudios realizados y sus principales resultados se describen a continuación:

Cruz-Jiménez *et al.* (2014) registraron 421 organismos de *C. falciformis* capturados en Oaxaca, en un intervalo de tallas de 50 a 157 cm de longitud total (LT).

Galván-Tirado *et al.* (2015) registraron 262 tiburones de la especie *C. falciformis* (117 hembras y 145 machos) capturados entre septiembre de 2004 y mayo de 2006 en el Golfo de Tehuantepec, México. El tamaño de las hembras osciló entre 70 y 229 cm de longitud total (LT); los machos midieron de 69 a 220 cm LT.

Alejo-Plata *et al.* (2016) registraron 1236 ejemplares (602 hembras y 634 machos) de *C. falciformis*, en la costa de Oaxaca. La longitud total (LT) varió de 49 a 217 cm para las hembras y de 59 a 265 cm para los machos.

Castillo-Géniz *et al.* (2016); a partir de una muestra de 123 hembras y 104 machos examinados, describieron la estructura de tallas de *Sphyrna zygaena*. Las hembras presentaron un intervalo de tallas de 67-220 cm LT, los machos presentaron un intervalo de tallas de 57-157 cm LT, en la Costa Occidental de Baja California.

Corro-Espinosa (2016) registró 191 individuos de *S. lewini* capturados por la pesca artesanal de Sonora y Sinaloa, con tallas de 35-355 cm LT (sexos combinados), las tallas más frecuentes fueron las de los juveniles (45-85 cm LT), mientras que los adultos y los subadultos de 95-185 cm LT, fueron escasos.

Santana-Hernández y Valdez –Flores (2016) registraron 353 ejemplares de *S. zygaena* con un intervalo de tallas de 90-225 cm de longitud furcal (LF) para las hembras y 110-245 cm LF para los machos en la costa de Colima.

Arellano-Torres *et al.* (2016) registraron desembarques de *S. lewini* y *S. zygaena* en la costa de Michoacán, con un intervalo de tallas de 45-95 cm LT y 43-94 cm LT, respectivamente.

Morales-Pacheco *et al.* (2016) registraron un total de 892 ejemplares de *S. lewini* para los años 2013 y 2015, de los cuales 428 fueron hembras y 464 machos, la estructura de tallas para las hembras fue de 33.5-255.8 cm LT y para los machos de 33.4-383 cm LT, en el Golfo de Tehuantepec.

Arellano-Torres *et al.* (2021); durante el periodo 2014-2019 registraron 1524 individuos de *C. falciformis*, 752 hembras y 772 machos, con longitudes de entre 44.9-203 cm LT, y para *Alopias pelagicus* 39 ejemplares, 11 hembras y 28 machos,

con longitudes de entre 119-256 cm LT; en los desembarques de la pesquería artesanal de Michoacán.

Alatorre-Alba *et al.* (2021), en el periodo 2013-2019 registraron 15710 organismos de *C. falciformis* de los cuales 7811 fueron hembras de entre 27-279 cm LT y 7899 machos de entre 32-300 cm LT, en el Golfo de Tehuantepec.

Celaya-Castillo *et al.* (2022), entre abril-noviembre de 2013 y febrero-abril de 2014, registraron para *C. falciformis*, 50 machos con un rango de tallas de 60 a 200 cm de LT y 67 hembras con un rango de tallas de 60 a 260 cm de LT, y para *S. lewini* fueron registrados 102 machos con un rango de tallas de 60 a 240 cm de LT y 98 hembras con un rango de tallas de 60 a 140 cm de LT, en el campo pesquero Paredón, Chiapas.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Analizar las capturas de nueve especies de tiburones realizadas con palangres de deriva, en términos de su frecuencia de talla, proporción sexual y estadio de madurez, en el campo pesquero de Paredón, Chiapas, durante el periodo marzo 2021-abril 2022.

4.2 Objetivos específicos:

- ❖ Describir las frecuencias de organismos por categoría de longitud total para cada especie.
- ❖ Describir y comparar la proporción de organismos maduros e inmaduros de cada especie respecto al valor esperado 1:1.
- ❖ Describir y comparar las proporciones sexuales de cada especie respecto al valor esperado 1:1.
- ❖ Determinar la variación temporal de las capturas totales durante los meses de muestreo.

V. MATERIALES Y MÉTODO

5.1 Área de estudio

El Golfo de Tehuantepec se localiza en la costa del sureste de México en aguas del Pacífico Oriental Tropical. La plataforma continental, localizada entre Puerto Ángel y la Barra de Suchiate ($14^{\circ}41' - 15^{\circ}39' \text{ N}$, $92^{\circ}09' - 96^{\circ}29' \text{ O}$; frente a las costas de los estados de Oaxaca y Chiapas). Las pesquerías artesanales en el noreste del Golfo de Tehuantepec, operan a entre 5 y 100 millas náuticas, en un caladero aproximado de $18,600 \text{ km}^2$ entre las localidades costeras de Huamúchil y Costa Azul, siendo el campo pesquero de Paredón ($16^{\circ}03' \text{ N} - 93^{\circ}52' \text{ O}$) su principal punto de desembarque (Fig. 5).

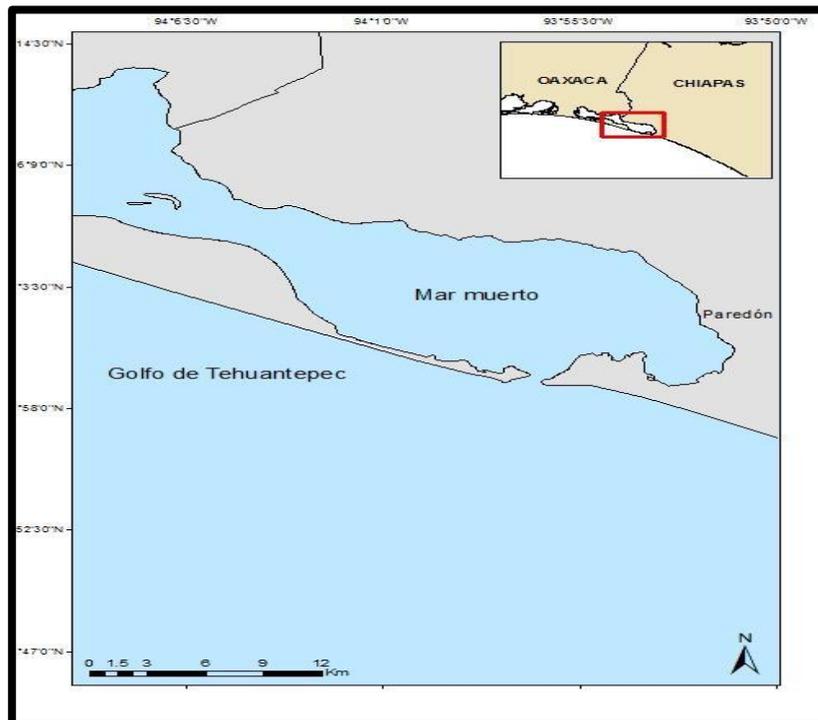


Figura 5. Localización del campo pesquero Paredón, Chiapas.

5.2 Trabajo de campo

La presente investigación se llevó a cabo de marzo del 2021 a abril del 2022 en el campo pesquero Paredón, Chiapas (Figura 5). Se realizaron muestreos 3 veces por semana. Se tomaron datos morfométricos, biológicos y pesqueros de los organismos desembarcados de la flota palangrera de deriva, todos los organismos se identificaron a nivel de especie con el uso de las de guías y catálogos taxonómicos de Castellanos-Betancourt *et al.* (2013), Castro (2005) y Fischer *et al.* (1995).

Puesto que se tuvo acceso a organismos completos recién desembarcados, únicamente se consideró la longitud total (LT) de cada ejemplar, comprendida como la distancia entre la punta del hocico al lóbulo superior de la aleta caudal (Cruz *et al.*, 2014) (Figura 6).

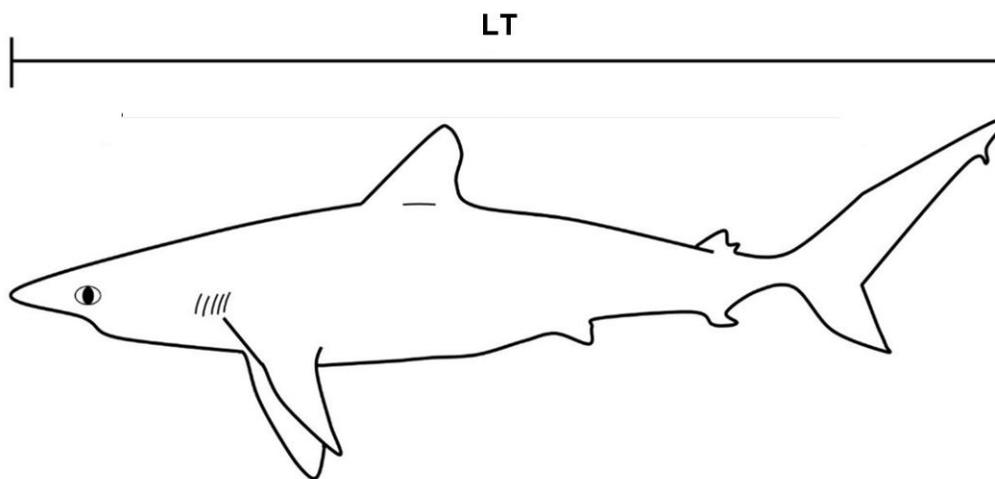


Figura 6. Longitud Total (LT) tomada para todos los ejemplares.

El sexo se determinó mediante la observación de presencia de los gonopterigios o claspers en machos y ausencia de estos en las hembras, de igual forma con los embriones encontrados en cada hembra grávida (Figura 7).

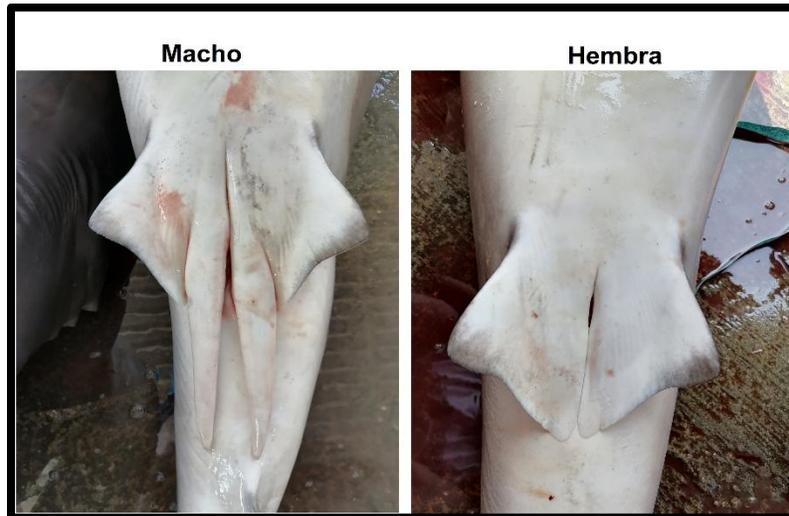


Figura 7. Dimorfismo sexual entre tiburones

Se determinó el estadio de madurez sexual de cada ejemplar, de acuerdo a los criterios observacionales establecidos por Carrera-Fernández (2011). En estos, se menciona que en los machos se mide la longitud de los gonopterigios, se observa el grado de calcificación, la rotación, la apertura del rifiodón (puntal distal del gonopterigio), presencia de semen y hematomas (Clark y Von Schmidt, 1965; Pratt, 1979).

Para la determinación de la madurez sexual a los machos se les midieron los gonopterigios desde la base hasta la punta distal (Fig. 8 I), se determinó el grado de calcificación (sin calcificar, calcificado), se verificó que rotaran en 180° fácilmente

(Figura 8 II), que se abriera la punta distal (rifiodón) (Figura 8 III) y la presencia de moretones y/o semen en la punta.

I) Longitud del gonopterigio

II) Rotación del gonopterigio

III) Apertura del rifiodón



Figura 8. Determinación de madurez sexual en machos

En las hembras, se observó si presentaban marcas de mordidas en el dorso, aletas dorsales y pectorales (Figura 9 I), presencia de embriones (Figura 9 II) y ovocitos en los úteros (Figura 9 III).



i) Presencia de mordidas



ii) Presencia de embriones



iii) Presencia de ovocitos

Figura 9. Determinación de madurez sexual en hembras

Se consideraron como machos maduros cuando los gonopterígios se encontraban completamente calcificados, mientras que se consideraron como hembras maduras a las que se observaron preñadas o habían alcanzado la talla de primera reproducción de acuerdo con Castellanos-Betancourt *et al.* (2013) y Froese y Pauly (2022).

5.3 Análisis de datos

Se integró una lista taxonómica de las especies, sus tallas máximas y mínimas registradas en este estudio, así como su categoría de vulnerabilidad de acuerdo con el libro rojo de la UICN (IUCN, 2023).

La abundancia mensual de tiburones por especie se estandarizó como Desembarques por Unidad de Esfuerzo (DPUE), considerando el número de organismos desembarcados por cada evento de muestreo (Hilborn y Walters, 1992).

La estructura de tallas fue representada mediante histogramas para cada una de las especies y se realizaron pruebas de Chi-cuadrado, para comparar la proporción sexual y categoría de madurez de cada especie registrada. La similitud de los DPUE para el total de tiburones desembarcados en los meses evaluados, se exploró con un dendrograma UPGMA sobre una matriz de Bray-Curtis. La variación mensual del número de organismos, transformado logarítmicamente, para cada especie, se determinó con un análisis de varianza de una vía (ANOVA), después de verificar el supuesto de homogeneidad de varianzas de las medias con una prueba de Levene. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa PAST 4.15 (Hammer *et al.*, 2001).

VI. RESULTADOS

6.1 Composición de las capturas

Un total de 522 organismos de tiburones pertenecientes a dos órdenes (Carcharhiniformes y Lamniformes), tres familias (Carcharhinidae, Sphyrnidae y Alopiidae), cinco géneros y nueve especies (Cuadro 1) fueron muestreados durante los desembarques de la flota palangrera de deriva, analizados durante el periodo de marzo a diciembre del 2021 y enero a abril del 2022, en el campo pesquero Paredón, Chiapas.

Cuadro 1. Lista taxonómica de especies de tiburones desembarcados por la flota pesquera de palangre de deriva en Paredón, Chiapas.

Orden	Familia	Especie	Categoría UICN
Lamniformes	Alopiidae	<i>Alopias pelagicus</i> Nakamura, 1935	Amenazada
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839)	Vulnerable
		<i>Carcharhinus galapagensis</i> (Snodgrass & Heller, 1905)	Preocupación menor
		<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839)	Vulnerable
		<i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)	Amenazada
		<i>Nasolamia velox</i> (Gilbert, 1898)	Amenazada
		<i>Rhizprionodon longurio</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Vulnerable
	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> (E. Griffith & C. H. Smith, 1834)	Crítico
		<i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758)	Vulnerable

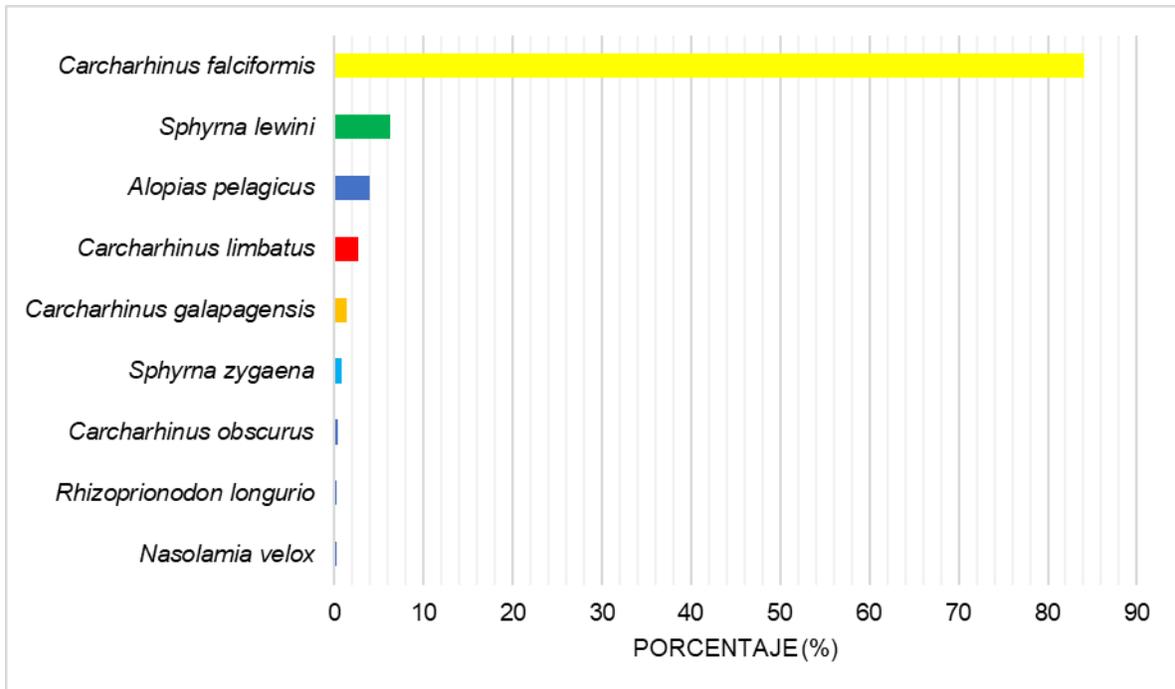


Figura 10. Composición taxonómica porcentual de las capturas de tiburón con palangre de deriva en Paredón, Chiapas (2021-2022).

La composición taxonómica de los organismos capturados por palangres de deriva en Paredón (2021-2022), estuvo integrada principalmente por *C. falciformis* (84.1%; 439 organismos), seguida por *S. lewini* (6.3%; 33 organismos), *A. pelagicus* (4%; 21 organismos), mientras que el resto de las especies se registraron en proporciones menores al 3% (*Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus galapagensis*, *S. zygaena*, *Carcharhinus obscurus*, *Rhizoprionodon longurio*, *Nasolamia velox*) (Figura 10).

6.2 Estructura de tallas, proporción sexual y estadio de madurez de especies de tiburones desembarcados en Paredón, Chiapas

Se presenta el análisis de estructura de tallas, proporción sexual y de madurez de las especies que se desembarcaron en un número mínimo de siete organismos: *A. pelagicus*, *C. falciformis*, *C. galapagensis*, *C. limbatus* y *S. lewini*.

6.2.1 *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935)

Descripción general de la especie: Es una especie oceánica y epipelágica, su distribución en el Pacífico mexicano se encuentra desde Baja California Sur hasta el Golfo de Tehuantepec. Es de cuerpo esbelto con una aleta caudal larga, morro muy corto, ojos grandes y negros; dientes pequeños de bordes cortantes. Coloración en el dorsal gris claro, parte ventral blanca. Especie vivípara aplacentaria, presentando dos crías por camada. Se alimenta de peces y cefalópodos (Castellanos-Betancourt *et al*, 2013) (Figura 11).



Figura 11. *Alopias pelagicus* (Tomado de Robertson *et al.*, 2024)

La distribución de frecuencias en la estimación de intervalos para *A. pelagicus*, se muestran en la figura 12, encontrándose una mayor frecuencia en DPUE (n=21) en las categorías 221-240 cm, 241-260 cm y 261-280 cm (DPUE=0.16). Del total de organismos capturados, la talla mínima registrada en LT fue de 162.2 cm y la máxima de 269.4 cm. El número de machos registrados (n=15) fue mayor que el de las hembras (n=6), en una proporción de 2.5 M: 1 H, aunque de acuerdo al análisis de Chi-cuadrado ($\chi^2=1.22$; $p=0.27$) la diferencia en esta proporción no es estadísticamente significativa. Respecto al estadio de madurez, se registraron 11 organismos maduros y 2 inmaduros con una proporción de 5.5 Maduros: 1 Inmaduro, aunque esta proporción no es significativamente distinta ($\chi^2=2.14$; $p=0.14$).

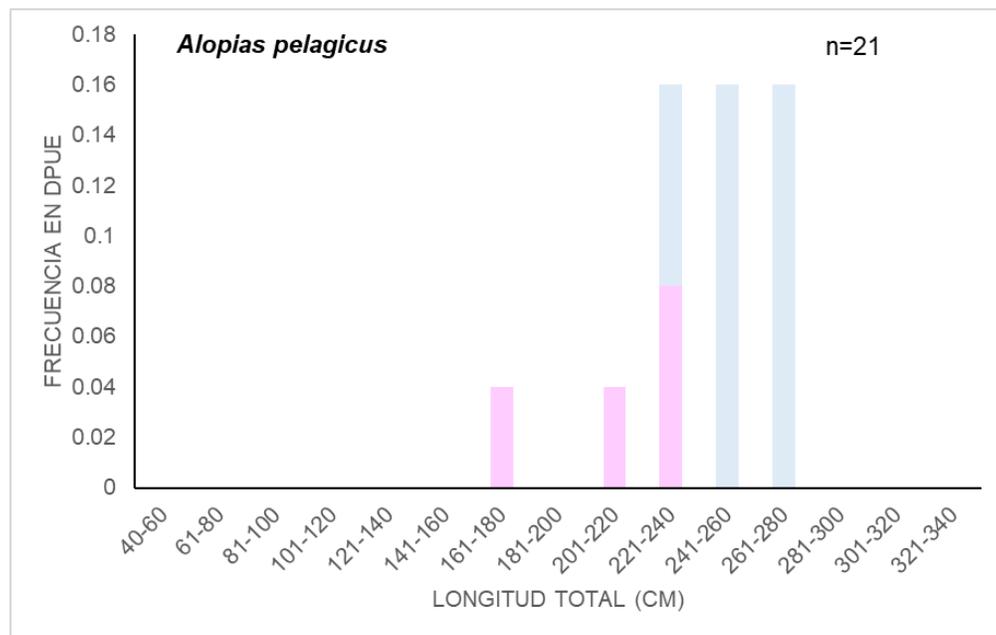


Figura. 12. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para *A. pelagicus* en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.

6.2.2 *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839)

Descripción general de la especie: Es una especie oceánica y epipelágica, nada hasta profundidades de 500 m y también tiene registro en zonas costeras de unos 18 m de profundidad. En el Pacífico mexicano se distribuye desde Baja California hasta Chiapas. Es una especie grande con cuerpo alargado y esbelto, ojos medianos, dientes superiores aserrados. Color gris oscuro, parte ventral blanca. Vivíparo placentario, presenta de 2 a 14 crías por camada. Se alimenta de peces, cefalópodos y cangrejos pelágicos (Castellanos-Betancourt *et al*, 2013) (Figura 13).



Figura 13. *Carcharhinus falciformis* (Tomado de Robertson *et al.*, 2024)

La distribución de frecuencias en la estimación de intervalos para *C. falciformis*, se muestran en la figura 14, encontrándose una mayor frecuencia en DPUE en las categorías 121-140 cm y 141-160 cm (DPUE=3.13-4.66) Del total de organismos capturados, la talla mínima registrada en LT fue de 60.9 cm y la máxima de 269.4 cm. El número de hembras registradas (n=235) fue mayor que el de machos (n=204), en una proporción de 1.15 H: 1 M, aunque de acuerdo al análisis de Chi-

cuadrado ($\chi^2=0.96$; $p=0.33$) la diferencia en esta proporción no es estadísticamente significativa. Respecto al estadio de madurez, se registraron 104 organismos maduros y 335 inmaduros con una proporción de 3.32 Inmaduros: 1 Maduro, siendo esta proporción estadísticamente distinta y significativa ($\chi^2=64.17$; $p<0.0001$).

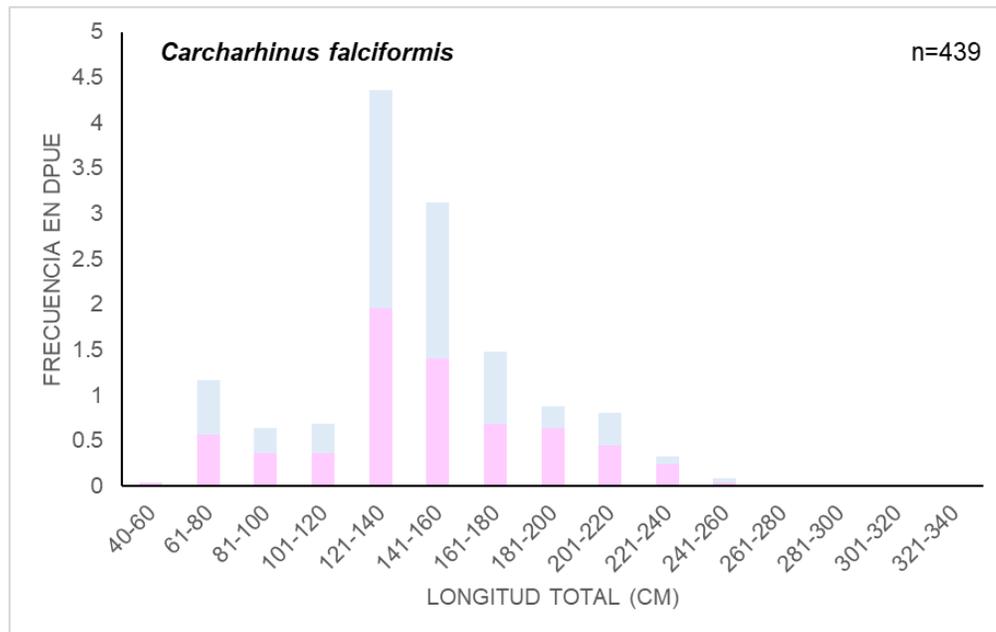


Figura. 14. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para *C. falciformis* en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.

6.2.3 *Carcharhinus galapagensis* (Snodgrass y Heller, 1905)

Descripción general de la especie: Especie comúnmente tropical, pero hábitat limitado, costero, pero se encuentra también en aguas oceánicas. En el Pacífico mayormente asociado a las Islas Galápagos. Vivíparo placentario de 6 a 16 crías por camada. Se alimenta principalmente de peces de fondo y calamares (Figura 15) (Froese y Pauly, 2022).



Figura 15. *Carcharhinus galapagensis* (Tomado de Robertson *et al.*, 2024)

La distribución de frecuencias en la estimación de intervalos para *C. galapagensis*, se muestran en la figura 16, encontrándose una mayor frecuencia en DPUE en las categorías 121-140 cm y 141-160 cm (DPUE=3.13-4.66) Del total de organismos capturados, la talla mínima registrada en LT fue de 210 cm y la máxima de 278.3 cm. El número de hembras registradas (n=5) fue mayor que el de machos (n=2), en una proporción de 2.5 H: 1 M, aunque de acuerdo al análisis de Chi-cuadrado ($\chi^2=0.075$; $p=0.78$) la diferencia en esta proporción no es estadísticamente

significativa. Respecto al estadio de madurez, la totalidad de organismos registrados se clasificaron como maduros.

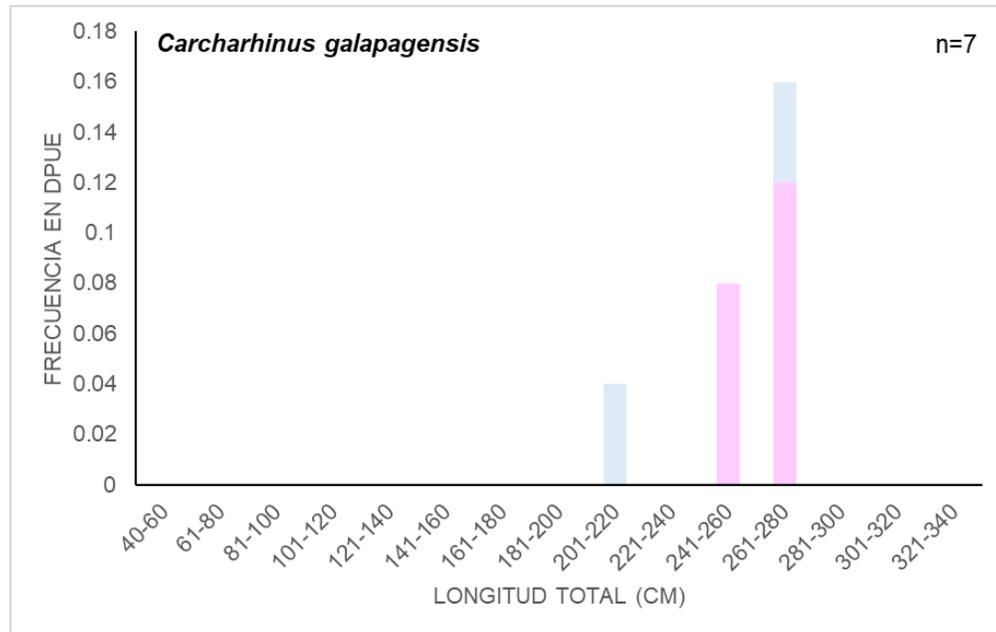


Figura. 16. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para *C. galapagensis* en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.

6.2.4 *Carcharhinus limbatus* (Müller y Henle, 1839)

Descripción general de la especie: Especie costera, habita profundidades de unos 30 a 152 m, común en aguas someras, lagunas hipersalinas, bahías, ríos, cerca de embarcaderos y a lo largo de la línea de rompientes. En el Pacífico mexicano habita desde Baja California Sur (incluido el Golfo de California) hasta Chiapas. Posee cuerpo grande y robusto, morro redondo y extremadamente corto, dientes superiores triangulares y aserrados con cúspides anchas; color grisáceo en el dorso y la parte ventral blanca. Especie vivípara placentaria, tiene de 1 a 12 crías por camada. Se alimentan estorninos, bonitos, atunes, crustáceos, aves, tortugas marinas, delfines, rayas y carroña (Figura 17) (Castellanos-Betancourt *et al*, 2013).



Figura 17. *Carcharhinus limbatus* (Tomado de Robertson *et al.*, 2024)

La distribución de frecuencias en la estimación de intervalos para *C. limbatus*, se muestran en la figura 18, encontrándose una mayor frecuencia en DPUE en las categorías 81-100 cm y 101-120 cm (DPUE=0.2-0.24) Del total de organismos capturados, la talla mínima registrada en LT fue de 89.6 cm y la máxima de 213 cm.

El número de hembras registradas (n=10) fue mayor que el de machos (n=4), en una proporción de 2.5 H: 1 M, aunque de acuerdo al análisis de Chi-cuadrado ($\chi^2=0.6$; $p=0.44$) la diferencia en esta proporción no es estadísticamente significativa. Respecto al estadio de madurez, se registraron 11 organismos inmaduros y 3 maduros con una proporción de 3.67 Inmaduros: 1 Maduro, sin embargo, no se detectaron diferencias significativas para esta proporción ($\chi^2=1.4$; $p=0.24$).

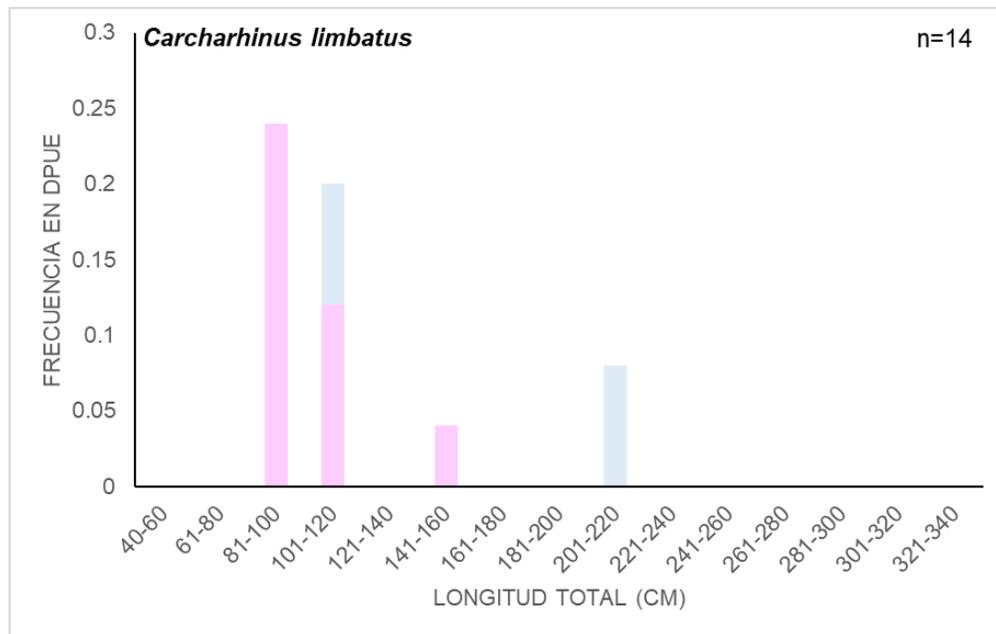


Figura. 18. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para *C. limbatus* en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.

6.2.5 *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834)

Descripción general de la especie: Especie costera y oceánica, también se le puede encontrar en estuarios. Se distribuye en aguas tropicales y subtropicales, en el Pacífico mexicano desde Baja California hasta Chiapas. Posee cuerpo robusto y

musculoso, cabeza en forma de martillo, el borde anterior forma un arco interrumpido por una muesca central muy evidente en la línea media. Coloración del dorso gris oscuro a pardusco, gris marrón o aceitunado y la parte ventral blanca. Es vivíparo placentario, tienen de 15 a 30 crías por camada. Se alimentan de otros tiburones, peces pelágicos, cefalópodos y crustáceos (Figura 19) (Castellanos-Betancourt *et al*, 2013).



Figura 19. *Sphyrna lewini* (Tomado de Robertson *et al.*, 2024)

La distribución de frecuencias en la estimación de intervalos para *S. lewini*, se muestran en la figura 20, encontrándose una mayor frecuencia en DPUE en las categorías 61-80 cm y 81-100 cm (DPUE=0.32-0.36) Del total de organismos capturados, la talla mínima registrada en LT fue de 60.1 cm y la máxima de 245 cm. El número de hembras registradas (n=21) fue mayor que el de machos (n=12), en una proporción de 1.75 H: 1 M, aunque de acuerdo al análisis de Chi-cuadrado ($\chi^2=0.76$; $p=0.38$) la diferencia en esta proporción no es estadísticamente

significativa. Respecto al estadio de madurez, se registraron 28 organismos inmaduros y 5 maduros con una proporción de 5.6 Inmaduros: 1 Maduro, siendo esta proporción estadísticamente distinta y significativa ($\chi^2=7.61$; $p<0.006$).

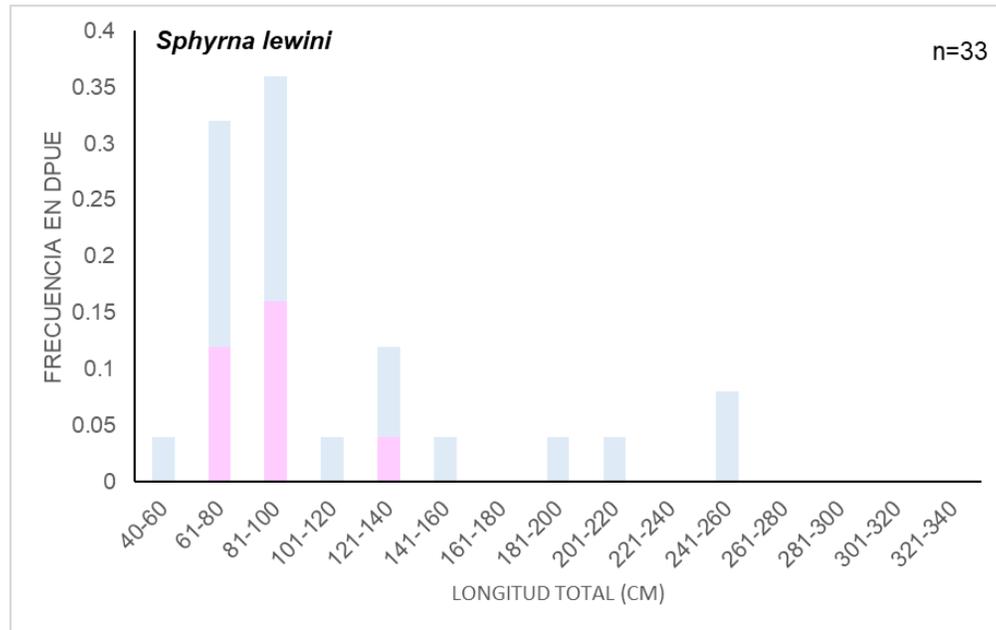


Figura. 20. Distribución de la frecuencia de tallas (LT) en Desembarque por Unidad de Esfuerzo (DPUE) para *S. lewini* en el campo pesquero de Paredón, Golfo de Tehuantepec, México, entre marzo-diciembre 2021 y enero-abril 2022. Barras rosas, hembras; barras azules, machos.

Las especies que se registraron con un número menor a cuatro ejemplares fueron: *C. obscurus*, *N. velox*, *R. longurio* y *S. zygaena*; las cuales se describen a continuación.

6.2.6 *Carcharhinus obscurus* (Lesueur, 1818)

Descripción general de la especie: Especie altamente migratoria, su distribución en el Pacífico Oriental va desde Estados Unidos hasta el Golfo de California e Isla Revillagigedo. Se encuentra en aguas costeras y de alta mar. Es grande con un hocico ampliamente redondeado, posee cresta interdorsal. Especie vivípara placentaria, de 3 a 14 crías por camada. Se alimenta de peces óseos de fondo y pelágicos, otros tiburones, rayas, cefalópodos, gasterópodos, crustáceos y a veces de carroña de mamíferos marinos (Froese y Pauly, 2022).

Los ejemplares registrados fueron ambas hembras maduras sexualmente; el ejemplar de menor talla fue de 223 cm de LT y el de mayor talla fue de 256 cm de LT (Figura 21).



Figura. 21. Ejemplar hembra de *C. obscurus*, desembarcado en Paredón, Chiapas.

6.1.7 *Nasolamia velox* (Gilbert, 1898)

Descripción general de la especie: Se encuentra en aguas costeras, en aguas tropicales y subtropicales, en el Pacífico mexicano se encuentra desde Baja California hasta Chiapas. Es de cuerpo esbelto, morro alargado y en la punta presenta una mancha negra bordeada de blanco (Figura 22 I), orificios nasales muy

grandes (Figura 22 II), coloración en el dorso gris claro a pardusco o gris marrón, parte ventral gris claro o blanco. Es una especie vivípara placentaria, aproximadamente cinco crías por camada, se alimenta de anchoas, otros peces y cangrejos (Castellanos-Betancourt *et al*, 2013).

Nasolamia velox (Figura 22) obtuvo el registro de un solo ejemplar hembra de 148 cm de LT, siendo esta una especie pequeña, conocida localmente como cazón, el ejemplar fue determinado como maduro sexualmente.



Figura. 22. Ejemplar hembra de *N. velox*, desembarcado en Paredón, Chiapas. I) Mancha negra característica de la especie; II) Orificios nasales.

6.1.8 *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert, 1882)

Descripción general de la especie: Se distribuye en aguas tropicales y subtropicales, desde Baja California hasta Chiapas. Especie de cuerpo esbelto, el dorso es gris a gris marrón y la parte ventral es color gris claro a blanco. Vivípara

placentaria, de 3 a 5 crías por camada, se alimenta de peces pequeños, cefalópodos y crustáceos (Castellanos-Betancourt *et al*, 2013).

Un ejemplar de *R. longurio* (Figura 23) fue registrado en el presente trabajo, el cual fue un macho de 53.5 cm de LT, determinado como ejemplar sexualmente inmaduro.



Figura. 23. Ejemplar macho de *R. longurio*, desembarcado en Paredón, Chiapas, capturado con palangre de deriva.

6.1.9 *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)

Descripción general de la especie: Especie semioceánica y costera, puede encontrarse cerca de la superficie hasta los 20 metros de profundidad. Se distribuye en aguas tropicales y subtropicales, desde Baja California hasta Chiapas. Posee cuerpo alargado y comprimido lateralmente, cabeza en forma de martillo con el borde anterior fuertemente arqueado, sin muesca en la línea media. Especie vivípara placentaria, tienen de 20 a 40 crías por camada. Se alimentan de otros

tiburones, rayas, peces, crustáceos y cefalópodos (Castellanos-Betancourt *et al*, 2013).

Cuatro ejemplares de *S. zygaena* (Figura 24) fueron registrados, siendo una hembra de 230.2 cm de LT y tres machos con un rango de tallas de 183 a 238 cm de LT. La hembra fue determinada como inmadura sexualmente, mientras que un macho se determinó como maduro sexualmente y dos como inmaduros.



Figura. 24. Ejemplar de *S. zygaena*, desembarcado en Paredón, Chiapas.

6.3 Variación temporal de capturas de tiburón con palangre de deriva

El análisis de agrupamiento de las capturas de tiburones efectuadas en los meses muestreados en el campo pesquero de Paredón, mostró a una distancia de corte de 0.5, la formación de 3 grupos: I, integrado por los muestreos de enero-2022; II, por los meses de octubre-2021, marzo y abril-2022 y III, por los meses marzo, abril y agosto-2021 (Figura 25). El coeficiente de correlación cofenética para el agrupamiento fue de 0.915, lo que indica que la estructura jerárquica mostrada por el dendrograma es altamente representativa de las relaciones de similitud en los datos.

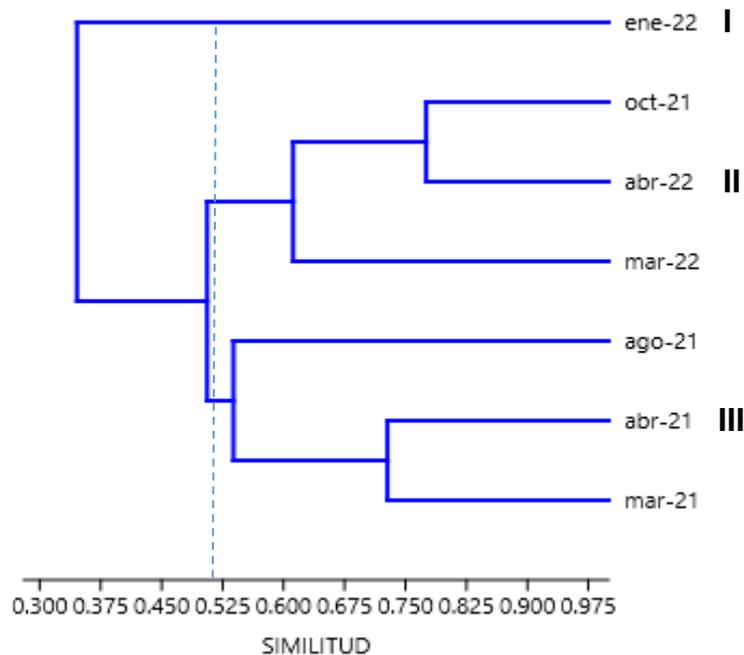


Figura. 25. Dendrograma UPGMA de similitud de Bray-Curtis de los meses de muestreo 2021-2022 de acuerdo a las capturas de 9 especies de tiburones en Paredón, Chiapas.

Las capturas mensuales de tiburones, de acuerdo a los desembarques de la flota palangrera de superficie variaron en su promedio para todas las especies de 0.11 ± 0.1 DPUE en enero 2022 a 0.63 ± 0.61 DPUE en abril 2021. La comparación de las medias en los datos transformados logarítmicamente (Figura 26), no presentaron diferencias significativas de las capturas entre los meses muestreados, de acuerdo a la prueba de ANOVA ($F=1.227$, $p=0.306$).

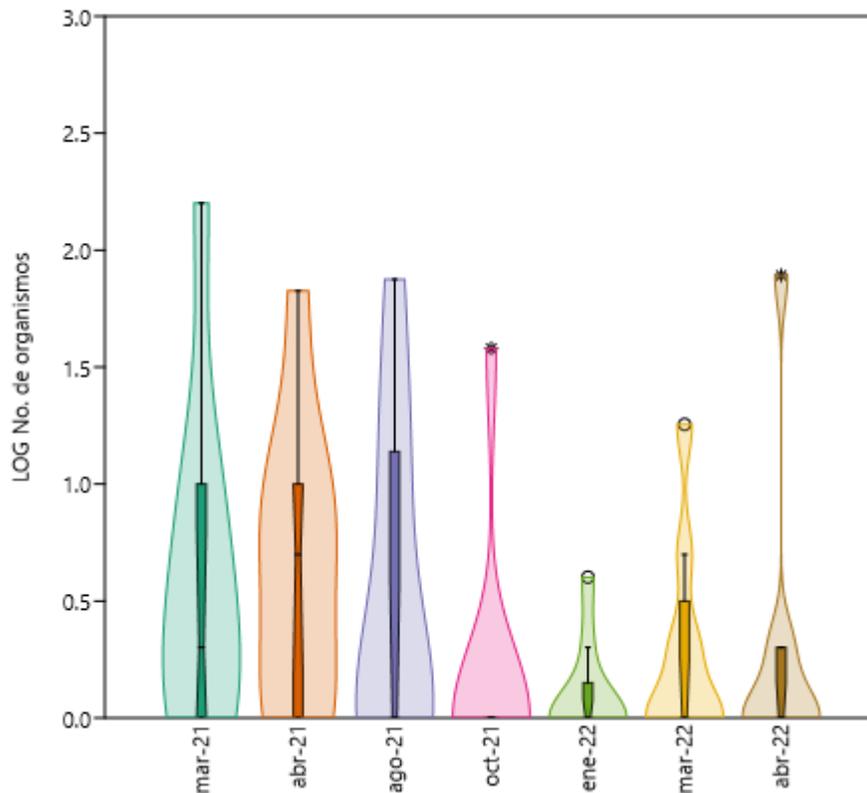


Figura. 26. Variación mensual del Log número de tiburones capturados por palangres de superficie en el campo pesquero de Paredón, Chiapas, de marzo de 2021 a abril de 2022.

VII. DISCUSIÓN

En Paredón Chiapas, las especies que sostienen la pesquería son *Carcharhinus falciformis* (tiburón sedoso) y *Sphyrna lewini* (cornuda común) (Celaya-Castillo *et al.*, 2022). La captura de estos tiburones está conformada principalmente por organismos inmaduros, siendo la especie *C. falciformis* la que tuvo más incidencia de captura. Ortiz-Pérez (2011), sugiere que las variantes y profundidad en el uso de los palangres inciden directamente sobre las tallas de captura.

Los tiburones de la especie *C. falciformis* muestreados en Paredón, correspondientes a tallas de 60.2 a 260.2 cm de LT, presentaron ambos estadios de desarrollo de madurez; aunque la mayoría de los organismos capturados correspondieron a ejemplares juveniles inmaduros. Para el Golfo de Tehuantepec en los últimos 20 años han sido reportados las siguientes tallas: Ronquillo-Benítez (1999) reportó tallas de 50 a 340 cm de LT, Castillo-Géniz *et al.* (2002) de 60 a 310 cm de LT, Alejo-Plata *et al.* (2016) de 52 a 320 cm de LT, Galván-Tirado *et al.* (2015) de 69 a 229 cm de LT, Alatorre-Alba *et al.* (2021) de 27 a 300 cm de LT y Celaya-Castillo *et al.* (2022) de 60 a 260 cm de LT.

La talla máxima registrada para esta especie en el presente estudio fue de 320 cm de LT, mayor a la talla reportada por Alatorre-Alba *et al.* (2021), la cual fue de 300 cm de LT. La mayor abundancia de organismos juveniles y sexualmente inmaduros, ya había sido reportada anteriormente por Ronquillo-Benítez (1999); y más recientemente por Alatorre-Alba *et al.* (2021) y Celaya-Castillo *et al.* (2022), intervalos de tallas mencionadas anteriormente.

Los tiburones de la especie *S. lewini* muestreados en Paredón, correspondientes a tallas de 67.2 a 260 cm de LT, presentaron todos los estados de desarrollo de madurez; aunque la mayoría de los organismos capturados correspondieron a ejemplares juveniles e inmaduros sexualmente. Para el Golfo de Tehuantepec en los últimos años han sido reportados las siguientes tallas: Morales-Pacheco *et al* (2016) registraron tallas de 33.4 a 383 cm LT, en el Golfo de Tehuantepec, Celaya-Castillo *et al.* (2022) reportaron tallas de 60 a 240 cm de LT, en Paredón, Chiapas, Golfo de Tehuantepec.

La talla máxima registrada para esta especie en el presente estudio fue de 260 cm de LT, mayor a la talla reportada por Celaya-Castillo *et al.* (2022), la cual fue de 240 cm de LT. La mayor abundancia de organismos juveniles y sexualmente inmaduros, ya había sido reportada anteriormente por Celaya-Castillo *et al.* (2022), intervalos de tallas mencionadas anteriormente.

Para el resto de las especies capturadas *Carcharhinus limbatus* (n=14), *Alopias pelagicus* (n=21), *Carcharhinus galapagensis* (n=7), *Sphyrna zygaena* (n=4), *Carcharhinus obscurus* (2), *Nasolamia velox* (n=1) y *Rhizoprionodon longurio* (n=1) hay escasos reportes de estructura de tallas, debido a que se capturan con menor frecuencia, y solo se hace mención del porcentaje que representó la especie en el total de capturas y en otros casos solo se reporta el promedio de las longitudes, como en los trabajos mencionados a continuación:

Tovar-Ávila (2021), reporta que *A. pelagicus* representó el 13.3% de las capturas de tiburones de la pesquería artesanal y semi-industrial del sur de Nayarit, mencionando que en este lugar se registró un promedio de 71.1 cm de LA (Longitud

Alternativa). Mientras que Santana-Hernández *et al.* (2021) reporta un promedio de 155.41 cm de LF (Longitud Furcal), en la pesquería palangrera de mediana altura en Manzanillo, Colima y Arellano-Torres *et al.* (2021), reportaron un rango de tallas de 119 a 256 cm de LT en la pesquería del sur de Michoacán; siendo estos últimos quienes hacen mención que la mayoría de las capturas corresponden a neonatos y juveniles, organismos sexualmente inmaduros.

Para *S. zygaena*, Castillo-Géniz *et al.* (2016), reportaron que esta especie representa el 10% de las capturas en una pesquería de la costa Occidental de Baja California, con un intervalo de tallas de 57 a 220 cm de LT. Santana-Hernández y Valdez-Flores (2016), reportan un intervalo de tallas de 90 a 245 cm de LF, en las costas de Manzanillo y Arellano-Torres *et al.* (2016), reportaron un intervalo de tallas de 43 a 94 cm de LT de esta especie en las costas de Michoacán, este último mencionando que las incidencias en las capturas de neonatos y juveniles (ejemplares sexualmente inmaduros) de *S. zygaena* es alta.

Tovar-Ávila (2016), solo menciona que *R. longurio* es una de las tres especies capturada con más frecuencia en las costas de Nayarit.

Mientras que para *C. leucas*, *C. galapagensis*, *C. obscurus* y *N. velox*, no se mencionan rangos de tallas en trabajos para el Pacífico mexicano; esto podría deberse a que la incidencia de captura de estas especies es muy baja, limitada a temporadas y en los últimos años los reportes se centran en especies de importancia comercial incluidos en el Apéndice II de CITES; ya que no fue hasta el 2021 que se tomó la decisión de incluir a todas las especies de la familia Carcharhinidae en dicho apéndice.

Respecto a los reportes sobre variaciones temporales de las capturas de tiburones, tanto mensuales como por estación, son escasos, aunque se han realizado en México principalmente en el Golfo de California, reflejando cambios asociados a condiciones oceanográficas y el esfuerzo pesquero que afectan a las abundancias de tiburones (Bizarro *et al.*, 2009).

En Paredón se registró un mayor número de capturas en DPUE para el mes de abril 2021, lo cual difiere parcialmente con lo reportado por Torres-Herrera y Tovar-Ávila (2014), quienes señalan que los meses de invierno son la temporada de mayor captura de tiburones en la costa central de Nayarit, aunque mencionan que se relaciona con un mayor esfuerzo pesquero aplicado en función de disponibilidad del recurso, condiciones climatológicas favorables (menor número de tormentas tropicales) y el precio de los productos mayor (Tovar-Ávila *et al.*, 2011). Sin embargo, en Paredón se logró agrupar los meses en función de las capturas por especie, reflejándose el grupo de abril-marzo-agosto 2021 coincidente con la transición primavera-verano en el Golfo de California, el cual reflejó las mayores capturas para *C. falciformis* y *S. lewini* de acuerdo con Torres-Herrera y Tovar-Ávila (2014), las cuales fueron también las principales especies registradas en Paredón, lo que sería indicativo de una variación mensual definida por la especie, aunque no se obtuvieron ejemplares entre mayo y agosto por la veda para esta región del Pacífico.

En el Golfo de Tehuantepec, una razón que podría indicar una menor captura durante los meses de invierno, es la prevalencia de eventos Norte por masas de aire frío provenientes del Golfo de México que atraviesan el Istmo de Tehuantepec

que al chocar con el aire cálido del Pacífico generan patrones de circulación anticiclónica, ocasionando fuertes vientos de descenso llamados localmente “Tehuano”, que en casos extremos pueden superar rachas de 150 km/h, ocasionando cambios en los patrones de pesca artesanal (Hernández-Roque *et al.*, 2018). Kessler (2006) menciona que en todo el Pacífico oriental, los patrones de circulación y principalmente la temperatura superficial del mar, son factores que afectan a las capturas de especies pelágicas.

A pesar de estos cambios, no se observaron diferencias significativas en las capturas totales de tiburones en Paredón, lo cual pudo deberse a varios factores. Como señalan Torres-Herrera y Tovar-Ávila (2014), las limitaciones en los avisos de arribo de la Comisión Nacional de Pesca especialmente la agrupación de especies, complican el análisis de la variación temporal en las capturas tiburones; sin embargo, si es posible observar cierta estacionalidad en las capturas. Estos autores recomiendan profundizar en el estudio de factores ambientales, como las anomalías de la temperatura superficial del mar, y considerar incluso el impacto de fenómenos como el cambio climático global. También es necesario contar con mayor información acerca de proporciones sexuales y estadio de madurez de las especies, registrada desde los avisos de arribo. Es probable que el Golfo de Tehuantepec, sea un sitio importante para la reproducción de especies como *C. falciformis*, *S. lewini* y *A. pelagicus*, de acuerdo al número de organismos inmaduros y hembras con embriones registradas en este estudio.

VIII. CONCLUSIONES

Un total de 522 organismos de tiburones pertenecientes a dos órdenes, tres familias, cinco géneros y nueve especies fueron muestreados durante los desembarques de la flota palangrera de deriva en el campo pesquero Paredón, Chiapas, entre marzo 2021 y abril 2022.

Las especies que reportaron un mayor número de capturas fueron *C. falciformis* y *S. lewini*, representando el 90.4% de los desembarques en Paredón para el periodo de muestreo.

La menor longitud total registrada fue para un organismo de 53.3 cm de *R. longurio*, mientras que la mayor fue de 278.3 cm para un organismo de *C. galapagensis*.

Alopias pelagicus se registró en una mayor proporción de machos (71.43%), de los cuales la mayor proporción fue de organismos machos maduros (66.7%).

Carcharhinus falciformis se registró en una mayor proporción de hembras (53.5%) de los cuales la mayor proporción fue de organismos machos inmaduros (38.3%).

Carcharhinus galapagensis se registró en una mayor proporción de hembras (71.43%) de los cuales la mayor proporción fue de organismos hembras maduras (71%).

Carcharhinus limbatus se registró en una mayor proporción de hembras (71.4%) de los cuales la mayor proporción fue de organismos hembras inmaduras (64.3%).

Sphyrna lewini se registró en una mayor proporción de machos (63.6%) de los cuales la mayor proporción fue de organismos machos inmaduros (46.9%).

Sphyrna zygaena se registró en una mayor proporción de machos (75%) de los cuales la mayor proporción fue de organismos machos inmaduros (50%).

Carcharhinus obscurus y *N. velox* se registraron en una totalidad de organismos hembras maduras.

Se determinaron tres conjuntos de meses con mayor similitud en las capturas de tiburones por especie: enero-2022; octubre-2021, marzo y abril-2022 y marzo, abril y agosto-2021.

Los mayores desembarques por unidad de esfuerzo ocurrieron durante abril 2021, sin embargo, no se determinó que hubiera diferencias en los desembarques medios a lo largo del periodo de este estudio.

IX. RECOMENDACIONES

- ⊗ Se recomienda hacer visitas periódicas al campo pesquero para la obtención de datos biológicos y pesqueros con el fin de conocer el ciclo biológico de la especie para evitar capturarlas en su época reproductiva, así como la aplicación de métodos para la liberación de hembras grávidas, según sea el caso y conocer el esfuerzo pesquero aplicado en las pesquerías ribereñas, caracterizando las unidades de pesca y los equipos y artes de pesca que se emplean en la captura de tiburones.
- ⊗ Mejorar el sistema de registro y acopio de las estadísticas de captura y esfuerzo de estas pesquerías, desglosando éstas por especie, mediante el establecimiento de una clave o guía de identificación dirigida a toda aquella persona dedicada a la pesca de tiburones.
- ⊗ Los tiburones son un recurso pesquero muy importante en el campo pesquero Paredón, es necesario que continúen las investigaciones mediante los estudios biológicos y pesqueros. Estas acciones permitirán conocer el estado actual de las especies.
- ⊗ Se recomienda reportar las tallas obtenidas de cada especie, aun así, sea un solo organismo recolectado, ya que esta información es de suma importancia.

X. ANEXOS



XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

Alatorre Alba, A. J., A. A. Lizárraga Rodríguez, y J. L. Hernández Corona. 2021. Pesquería artesanal del Golfo de Tehuantepec. En: J. Tovar-Ávila y J. L. Castillo-Géniz (Eds.). Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES. Sinaloa. Pp. 35-38. INAPESCA, México.

Alejo-Plata, M. C., M. A. Ahumada-Sempoal, J. L. Gómez-Márquez y A. González-Acosta. 2016. Estructura poblacional y aspectos reproductivos del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en la costa de Oaxaca, México. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 44(3): 513-524

Arellano Torres A., González Cárdenas J.J., Meléndez Galicia C. y Rodríguez Caballero N.W. 2016. Michoacán: En: J. Tovar-Ávila y J. L. Castillo-Géniz (Eds.). Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES. Sinaloa. Pp. 49-52. INAPESCA, México.

Arellano Torres A., J.J. González Cárdenas y K.P. Alfaro Gómez. 2021. Pesquería artesanal de Michoacán. En: J. Tovar-Ávila and J. L. Castillo-Géniz (eds.). Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES, parte II. Pp. 31-34. INAPESCA, México.

Bizzarro, J. J., W. D. Smith, J. L. Castillo-Géniz, A. Ocampo-Torres, J. F. Márquez-Farías y R. E. Hueter. 2009. The seasonal importance of small coastal sharks and rays in the artisanal elasmobranch fishery of Sinaloa, Mexico. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 4 (4): 513-531.

Bonfil, R., Mena, R. y de Anda, D. 1993. Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, from the Campeche Bank, Mexico. NOAA Tech Rep. 115. NMFS, USA.

Braccini, M., Denham, A., O'Neill, M. F. y Lai, E. 2021. Spatial and temporal patterns in catch rates from multispecies shark fisheries in Western Australia. *Ocean & Coastal Management*. 213: 105883.

Cailliet, G.M., Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Fordham, S.V., Simpfendorfer y Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of marine Science*. 56: 707.

Carrera-Fernández M. 2011. Parámetros reproductivos de los tiburones piloto (*Carcharhinus falciformis*), martillo (*Sphyrna lewini*) y azul (*Prionace glauca*) en el Pacífico mexicano. Tesis doctoral. Instituto Politécnico Nacional. Centro

Interdisciplinario De Ciencias Marinas. Departamento de pesquerías y Biología Marina.

Carta Nacional Pesquera CNP. 2006. Instituto Nacional de Pesca. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México.

Carta Nacional Pesquera CNP. 2012. Instituto Nacional de Pesca. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México.

Castellanos-Betancourt, J. C., Ramírez-Santiago, C. E. y Castillo-Géniz, J. L. 2013 Catalogo de aletas, tronchos y cabezas de tiburones en el Pacífico mexicano. SAGARPA-INP. 60 p.

Castillo-Géniz, J. L., Márquez, F., Uribe, J., Bonfil, R., de Anda, D., Mena, R., Vélez, R., y Mendizábal, D. 1996. La pesquería de tiburón en México. En: Sánchez Palafox, A (Coord.). Pesquerías Relevantes de México. XXX Aniversario del INP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos naturales y Pesca. México. Pp. 365-415.

Castillo-Géniz, J. L., Soriano-Velásquez, S. R., Sancho-Vásquez, F., Ramírez-Santiago, C. E. y Cid del Prado Vera, A. 2002. Elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec, litoral chiapaneco. UABCS. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. S123. México, D.F.

Castillo-Geniz, J. L., Soriano Velázquez, S. R. y Villaseñor-Talavera, R. 2008. Pesquerías mexicanas de tiburón en el Océano Pacífico. En: Machii, T. y J. Flores-Olivares (Eds.). Pesquerías latinoamericanas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. Pp. 211-241.

Castillo-Géniz J.L. y Tovar Ávila J. 2016. Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES. Instituto Nacional de Pesca. 11 pp.

Castro, J. I. 1993. The biology of the finetooth shark, *Carcharhinus isodon*. *Environmental Biology of Fishes*. (36): 219.

Castro, J.I. 2005. Guía para la identificación de las especies de tiburones de importancia comercial en el Océano Pacífico: términos técnicos y principales medidas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.

Celaya Castillo C., E. I. Romero Berny y J.M. López –Vila. 2022. Estructura de tallas de tiburones (Chondrichthyes: Carcharhiniformes) de una pesquería artesanal en el Golfo de Tehuantepec, sureste de México. En: A. W. Díaz-Sánchez y J. De la Cruz-Torres (Eds.). Investigación y avances en el conocimiento de condricios. Pp. 30-31. SOMEPEC, México.

Clark, E. y Von Schmidt, K. 1965. Sharks of Central Gulf coast of Florida. *Bulletin of Marine Science*. 15:13-83.

Compagno, L.J.V. 1990 Shark exploitation and conservation. En: Pratt, H.L., Gruber, S.H., Taniuchi, T., (Eds.). *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries: NOAA Technical Report NMFS, 90: 397–414.*

Compagno, L.J., Dando, M. y Fowler, S. 2005. *Guía de campo de los tiburones del mundo*. Omega, New Jersey, 368 p.

CONAPESCA-INP. 2004. *Plan de acción nacional para el manejo y conservación de tiburones, rayas y especies afines en México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. México.

Corro Espinosa, D. 2016. Sinaloa. En: J. Tovar-Ávila y J. L. Castillo-Géniz (Eds.). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES*. Sinaloa. Pp. 35-38. INAPESCA, México.

Cruz-Jiménez, C.S., G. Cerdaneres-Ladrón de Guevara, V. Anislado-Tolentino y S. Ramos-Carrillo. 2014. *Descripción del crecimiento del tiburón aleta de cartón*

Carcharhinus falciformis, capturado en Oaxaca: inferencia a partir de modelos múltiples. *Ciencia Pesquera*. 22: 47-59.

D'Ambrosio-Ferrari, L., Kotas, J. E. y Spach, H. L. 2016. Captures of the night shark *Carcharhinus signatus* by surface longliners along the southern Brazilian coast. *Ciencia Pesquera*. 26: 45-67.

Dulvy, N.K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P., Pollock, C.M., Simpfendorfer, C.A., Burgess, G.H., Carpenter, K.E., Compagno, L.J.V., Ebert, D.A., Gibson, C., Heupel, M.R., Livingston, S.R., Sanciangco, J., Stevenson, D., Valenti, S. y White, W.T. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife*. 3: e00590.

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter K.E. y Niem, V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. FAO, Roma. p 78

Froese, R. and D. Pauly. 2022. FishBase, v.06/2022. <https://www.fishbase.org>. Consultado el 12 de abril de 2023.

Gallagher AJ, N Hammerschlag, DS Shiffman, ST Giery. 2014. Evolved for extinction: The cost and conservation implications of specialization in hammerhead sharks. *Bioscience*. 64: 619-624.

Galván-Tirado, C., F. Galván-Magaña y R.I. Ochoa-Báez. 2015. Reproductive biology of the silky shark *Carcharhinus falciformis* in the southern Mexican Pacific. *JMBA*. 95(3): 561-567.

García-Núñez, N. E. 2008. Tiburones: conservación, pesca y comercio internacional. Edición bilingüe. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid. 117 p.

Hammer, O., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica*. 4(1): 9.

Hernández-Roque, J., E. I. Romero-Berny y J. M. López-Vila. 2018. Ictiofauna de descarte en la pesca artesanal de camarones (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) en la laguna costera Mar Muerto, Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* 10: 51-76.

Hilborn, R. y Walters, C. J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman & Hall, Boston.

Hoyos Padilla, E. M. 2003. Biología reproductiva del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1838) de Baja California Sur. Tesis Maestría en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas., La Paz, B.C.S., México. 58 p.

INAPESCA. 2012. Carta Nacional Pesquera CNP. Instituto Nacional de Pesca. Diario Oficial de la Federación. CdMx, México.

IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org>. Consultado el 10 de diciembre de 2023.

Javed, A., Shafique, S., Amir, S. A., Siddiqui, P. J. A. 2024. Shark (Elasmobranchs) Fisheries Trend in Pakistan: Species Composition of Catch and their Conservation Status. *Pakistan Journal of Zoology*. 2024: 1-9.

Kessler, W. S. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific. *Progress in Oceanography* 69: 181-217.

Matos, J., Pérez, M. y Benítez, Z. 2015. Condrictios: tiburones, rayas y quimeras. *InfoZoa Boletín de Zoología*. 9: 1-15.

Maunder, M.N., Watters, G. 2003. A-scala: an age structured statistical catch-at-length analysis for assessing tuna stocks in the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*. 22(5): 435-582.

Morales Pacheco O., Hernández Corona J.L., Lizárraga Rodríguez A.A. y Alatorre Alba A.J. 2016. Golfo de Tehuantepec. En: J. Tovar-Ávila and J. L. Castillo-Géniz (Eds.) Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES. Pp. 53-55. INAPESCA, México.

Natanson, L. J., Casey, J. G. y Kohler, N. E. 1995. Age and growth of the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, in the western North Atlantic. *Fishery Bulletin*. 93: 116-126

Ortiz-Pérez, T. 2011. Biología reproductiva del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* (Muller y Henle, 1839) en la costa de Chiapas, México. Tesis de Licenciatura en Biología Marina. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca. 75 p.

Pratt, H. L. Jr. 1979. Reproduction of the blue shark, *Prionace glauca*. *Fishery Bulletin*. 77: 445- 470.

Programa de Conservación de Tiburones. 2009. Tiburones guardianes del Mar: Guía didáctica. Universidad Austral de Chile y Subsecretaría de Pesca, Gobierno de Chile. 24 p.

Robertson, D. R., Allen, G. R., Peña, E. y Estape, A. 2024. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 3.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.

Roff, G., Doropoulos, C., Rogers, A., Bozec, Y.M., Krueck, N.C., Aurellado, E., Priest, M., Birrell, C. y Mumby, P.J. 2016. The Ecological Role of Sharks on Coral Reefs. *Trends in Ecology & Evolution*. 31: 395-407.

Ronquillo-Benítez, K. 1999. Aspectos biológicos y pesqueros del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* (Bibrón, 1839) de las aguas del Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México. Tesis profesional. UNAM. 90 p.

Ruíz-Abierno, A., Márquez-Farías, J. F., Rojas-Corzo, A., Miller, V., Angulo-Valdés, J. A. y Hueter, R. E. 2021. Seasonal Abundance and Size Structure of Sharks Taken in the Pelagic Longline Fishery off Northwestern Cuba. *Marine and Coastal Fisheries*. 13: 275-291.

SAGARPA. 2014. Segundo informe de labores 2014. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ciudad de México, México.

Santana Hernández H. y Valdez Flores J. 2016. Colima. En: J. Tovar-Ávila y J. L. Castillo-Géniz (Eds.). Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES. Sinaloa. Pp. 46-48. INAPESCA, México.

Santana Hernández H., J.J. Valdez Flores, L. Valdez Carrasco. 2021. Pesquería semi-industrial de Manzanillo, Colima en Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES, parte II. En: J. Tovar-Ávila and J. L. Castillo-Géniz, (eds.), p. 24-30. INAPESCA, México. [Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/documentos/tiburones-mexicanos-de-importancia-pesquera-en-la-cites-parte-ii>]

Soriano-Velásquez, S. R., Acal-Sánchez, D. E., Castillo-Géniz, J. L., Vázquez-Gómez, N. y Ramírez-Santiago, C. E. 2006. Tiburón del Golfo de Tehuantepec. En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Arreguín-Sánchez, F., Beléndez-Moreno, L.F., Méndez Gómez-Humarán, I., Solana-Sansores, R. y Rangel-Dávalos (Eds.) Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, México. Pp 323-360.

Sosa-Nishizaki, O. 2021. Un poco de historia y retos de la pesca de tiburón en la costa del Pacífico mexicano. <https://www.cedo.org/read/historias/pesca-de-tiburon-en-la-costa-del-pacifico-mexicano/>. Consultado el 21 de agosto de 2024.

Springer, S. 1967. Social Organization of sharks Populations. En: P. W. Gilbert, R. F. Matheson y D. P. Rall (Ed.). Sharks, skates and rays. John Hopkins Press. Baltimore. Pp. 149- 174.

The Campana Lab. 2024. Ageing Sharks. <https://uni.hi.is/scampana/sharks/ageing-sharks/>. Consultado el 21 de agosto de 2024.

Torres-Herrera, M. R. y Tovar Ávila, J. 2014. Variación temporal de la captura de tiburón en las islas y costa central de Nayarit, México, con base en los registros oficiales de desembarque. *Hidrobiológica* 24:99-107.

Tovar-Ávila J., M. E. Zárate-Becerra, J. L. Patiño-Valencia, Y. Green-Ruíz, F. J. De la Cruz-González, P. Toledo Díaz-Rubín, M.R. Torres-Herrera, B. A. Espinosa-Partida, P.A. Ulloa-Ramírez, E. Furlong-Estrada, L.F. Mondragón-Sánchez, D. A. Preciado-Robles-Gil, J. L. Hernández-Corona y M. Braccini. 2011. Análisis integral de la Pesquería de Tiburón en Nayarit. Informe de Investigación. Instituto Nacional de Pesca, México. 86 p.

Tovar Ávila, J. 2021. Pesquería artesanal del Sur de Nayarit en Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES, parte II. En: J. Tovar-Ávila and J. L. Castillo-Géniz, (eds.), p. 20-23. INAPESCA, México. [Disponible en:

[https://www.gob.mx/inapesca/documentos/tiburones-mexicanos-de-importancia-pesquera-en-la-cites-parte-ii\]](https://www.gob.mx/inapesca/documentos/tiburones-mexicanos-de-importancia-pesquera-en-la-cites-parte-ii)

Vega, A. J., Robles, Y. P. y Mate, J. 2016. La pesca artesanal en el Parque Nacional Coiba y su Zona de Influencia: Biología y pesquería de sus principales recursos, con recomendaciones de manejo. Fundación MarViva. Panamá.