



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL TIBURÓN AZUL (*Prionace glauca*) Y TIBURÓN TUNERO (*Carcharhinus falciformis*)
CAPTURADOS POR LA FLOTA PALANGRERA DE MEDIANA
ALTURA DEL PUERTO DE MANZANILLO, COLIMA ”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

ANGÉLICA CRUZ RAMÍREZ



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DIRECTOR DE TESIS:

Biól. SANDRA RITA SORIANO VELÁSQUEZ

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*“Sí he visto más lejos que otros hombres
es porque he estado subido en los hombros de gigantes ”*

Isaac Newton

Dedicatoria

A mis padres, Eloina y Héctor, esto es para ustedes, por que siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, gracias por nunca dejar de confiar en mi.

A mis hermanos, Héctor, Rafael y Claudia por toda una vida juntos y por ayudarme hacer las tareas. Jajaja.

A mis sobrinos, Naty y Beto, gracias por todo el amor y la fuerza que me dan cada día con sus sonrisas.

Gracias familia, por que en la distancia recordé lo mucho que los amo!!!

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer todo el apoyo otorgado por el “Proyecto Tiburón del Pacífico Sur” y las personas que trabajan en él, en especial a la Biol. Sandra R. Soriano y la Hidrobiól. Cecilia E. Ramírez, por todo el apoyo y paciencia en mi trabajo, les agradezco todas las horas que han dedicado a mi formación, por toda su preocupación por mi bienestar en el mar....gracias por darme la oportunidad de ser una “Tiburonera”

Al Dr. Heriberto Santana H. e Ing. Javier Valdez, gracias por todo su apoyo, cuidados como atenciones que tuvieron conmigo tanto en mar como en tierra, por todas las horas de plática a bordo de los barcos, aprendí mucho de ustedes.

Al M. en C. Donaldo E. Acal, M. en C. José Ignacio Fernández, Dr. José Luis Gómez, M. en C. Margarita Hermoso, por sus comentarios a mi trabajo y ayuda en el mismo.

Un agradecimiento al personal del CRIP manzanillo, ustedes sin saberlo me hicieron una persona más fuerte. En especial a las investigadoras Carmen y Nita, por creer en mí trabajo y por darme la mano.

Al personal del Instituto Nacional de la Pesca, por su apoyo, Lupita, Cecilia y Lili, sus porras siempre me sirvieron.

Con gran admiración quiero agradecer a todos los pescadores, que me aceptaron y me dejaron subir en sus barcos, hasta llegar a timonearlos!!, a los capitanes chimino, pay, piteco, ratón, chema, gracias por aguantarme a bordo, y a todos los de más capitanes o marinos; el comas, pollo, cuate, chava, aromas, mosca, gama, José, Maese, chendo, chero, pony, gordo, pancho, chivo...bueno no terminaría de poner sus apodos, pero si no lo escribí, no es por que no los recuerde...ok? gracias por todas sus pláticas en mar como en el muelle, siempre fueron buenas...pero sin duda aprendí mucho de todos ustedes acerca de los tiburones así como del mar y los barcos. También muchas gracias a los permisionarios, por que siempre sentí el apoyo!! Los aprecio y los admiro y espero verlos pronto! *“Recuerden el mar está inquieto”.*

A mis amigos, Juan, Vladimir, Ernesto, Daniel, Satan, Elena, Dalia, por reír, llorar, estudiar, bailar, viajar, conmigo, por aquellos momentos en los cuales tenía mucha tarea y me distraían....jaja.... gracias! ustedes saben cuanto los quiero.

A la Facultad de Ciencias, por todo lo bueno que me dio y a todos mis compañeros de la carrera, somos de las mejores generaciones.

Un agradecimiento especial a la Familia de la Mora, (Doña Martha, Don Diego, Gonzalo, Yadira y Amaury) sin conocerme me abrieron las puertas de su casa y me otorgaron su amistad, dándome la mano, gracias a ustedes nunca estuve sola en manzanillo, los quiero mucho.

Diego Amaury que te puedo escribir que no sepa, **GRACIAS**, sin tu compañía, apoyo, simplemente sin ti esto hubiera sido más difícil, recuerda que... *“Más rápido que pronto”.*

Resumen

Se estimaron los aspectos reproductivos del tiburón tunero (*Carcharhinus falciformis*) y el tiburón azul (*Prionace glauca*) durante un ciclo anual de abril de 2006 a abril de 2007, los datos biológicos-pesqueros se colectaron a bordo de las embarcaciones de mediana altura del puerto de Manzanillo Colima. Se registraron nueve especies de tiburón, de las cuales *C. falciformis* (88.12%) sostiene esta pesquería y en segundo lugar se registra a *P. glauca* (8.21%). En el caso del tiburón tunero la estructura de tallas para ambos sexos fue de 57-234 cm LT; con un promedio de 130.52 ± 0.61 cm LT, presentando las tallas mayores las hembras y una proporción de sexos de 1H:1.29M. El tiburón azul mostró un intervalo de tallas de 77-274 cm LT con promedio 197.52 ± 2.62 cm LT y la proporción hembras machos de 1H: 0.73M. Para ambas especies, la relación longitud furcal-longitud total resultó la medida más adecuada para estimar la longitud total en organismos con algún daño en su aleta caudal o se encuentren en troncho. Se empleó el modelo de la ecuación logística para estimar la talla de primera madurez (Tpm) en ambas especies, ajustando el modelo por máxima verosimilitud utilizando una distribución binomial de los residuos. La Tpm estimada para el tiburón azul fue a los 175 cm LT tanto para hembras como para machos, mientras que para el tiburón tunero fue de 170 cm LT para hembras y de 169 cm LT en machos. En el tiburón azul, predominaron los adultos (56.52%), la fecundidad estimada fue de 5-52 crías con promedio de 29.89 ± 5.83 crías por hembra. Mientras que para el tiburón tunero, dominaron los juveniles (92.70%), y la fecundidad estimada fue de 3-7 crías con promedio de 4.75 ± 0.85 crías por hembra. Es probable que el tiburón azul presente un ciclo bianual consecutivo, con un periodo de descanso de un año (resting) que le permite acumular las reservas necesarias para la producción de ovocitos grandes y un periodo de gestación de 9-12 meses. Para el tiburón tunero se propone un ciclo reproductivo concurrente debido a que la ovulación y gestación se lleva a cabo simultáneamente. La flota palangrera del puerto de Manzanillo realiza viajes que duran en promedio de 7 a 10 días, a una distancia de la costa de 80 a 180 millas. Las embarcaciones son de mediana altura con una eslora de los 9-14 metros, con capacidad de bodega de 4 a 5 toneladas y equipadas con motores estacionarios. Las artes de pesca utilizadas para la pesca de tiburón son los palangres de deriva contruidos con material de nylon monofilamento de 3 a 4 mm de diámetro, que miden en promedio 20 m.n. La especie de mayor valor comercial es el tiburón tunero (*C. falciformis*), le sigue el tiburón aguado o azul (*P. glauca*), el tiburón chato (*C. leucas*), tiburón puntas negras (*C. limbatus*), tiburón aleta blanca (*C. longimanus*) y tiburón zorro (*A. pelagicus*). Los tiburones son enhielados en camiones, propiedad de los permisionarios, para ser comercializados en la Cd. de Guadalajara; mientras que las especies de pez vela, marlines y dorado su comercialización es local en Colima.

ÍNDICE

	Página
Resumen	
1) Introducción	1
2) Antecedentes	2
3) Diagnósis del tiburón azul (<i>Prionace glauca</i>)	6
4) Diagnósis del tiburón tunero (<i>Carcharhinus falciformis</i>)	7
5) Justificación	8
6) Objetivos	9
7) Área de estudio	10
8) Material y método	
a) Trabajo de campo (muestreos)	12
b) Trabajo de gabinete	14
9) Resultados	
a) Composición específica	17
b) Abundancia relativa	17
10) Resultados del tiburón azul	
a) Abundancia estacional	18
b) Estructura de tallas	18
c) Tallas mínimas y máximas	19
d) Proporción de sexos	19
e) Relaciones biométricas	20
f) Reproducción	
i) Estadio de madurez	21
ii) Tallas de primera madurez	21
iii) Proporción de hembras preñadas	22
iv) Relación longitud total de la madre y el número de embriones	22
v) Relación longitud total de la madre y talla promedio de embriones	23
vi) Fecundidad (número de crías por hembra)	23
vii) Desarrollo embrionario	23
viii) Tallas de nacimiento	24
ix) Hembras	
(1) Relación longitud total de la hembra con la longitud y ancho de la glándula oviducal	24
(2) Relación longitud total de la hembra con la longitud y ancho del ovario	25
x) Macho	
(1) Longitud total del macho con la longitud del clasper	25
(2) Relación longitud total del macho con la longitud y ancho del testículo	26

11) Resultados del tiburón tunero (<i>Carcharhinus falciformis</i>)	
a) Abundancia estacional	27
b) Estructura de tallas	27
c) Tallas mínimas y máximas	28
d) Proporción de sexos	28
e) Relaciones biométricas	29
f) Reproducción	
i) Estadio de madurez	30
ii) Talla de primera madurez	30
iii) Proporción de hembras preñadas	31
iv) Abundancia de neonatos	32
v) Fecundidad (número de crías por hembra)	32
vi) Época de nacimiento	32
vii) Hembras	
(1) Relación longitud total de la hembra con la longitud y ancho de la glándula	33
(2) Relación longitud total de la hembra y ancho del ovario	33
viii) Machos	
(1) Longitud total del macho con la longitud del clasper	34
(2) Relación longitud del macho con la longitud y ancho del testículo	34
12) Pesquería	35
13) Discusiones	38
14) Conclusiones	43
15) Bibliografía	45
16) Anexo	52

INTRODUCCIÓN

Los primeros registros fósiles de tiburones datan de rocas del Devónico, que comenzó hace 400 millones de años. Actualmente de las 350 especies de elasmobranchios que existen en el mundo, alrededor de 100 se han observado en las aguas de México (Applegate *et al.*, 1979). Sin embargo, con base en las capturas comerciales de tiburón se han determinado que 40 especies son explotadas comúnmente en ambos litorales, por lo que la pesca de tiburón en las costas de México constituye fundamentalmente una pesquería artesanal la cual opera de acuerdo a la disponibilidad estacional del recurso (Castillo, 1990).

Los tiburones juegan un papel importante en todos los ecosistemas marinos, con una amplia distribución geográfica; su importancia radica en los desplazamientos transoceánicos que realizan, así como a migraciones estacionales en escala diaria o estacional. Su gran éxito evolutivo se debe en gran parte a sus adaptaciones y estrategias reproductivas (Castillo *et al.*, 1998). La más significativa es la fertilización interna que se realiza por medio de órganos intromisorios derivados de las aletas pélvicas conocidos como claspers o gonopterigios en los machos. La cópula normalmente precede a la ovulación por alrededor de un mes, el esperma es almacenado durante este periodo en la glándula oviducal de la hembra, en la cual se lleva a cabo la fertilización. La duración de la etapa de gestación difiere entre las distintas especies regularmente con una duración de 8 a 12 meses (Castro, 1983). De acuerdo a este mismo autor tradicionalmente estas adaptaciones reproductivas se han agrupado en tres tipos: Oviparidad, viviparidad aplacentaria y la viviparidad placentaria, esta última es el tipo de reproducción que presenta el tiburón azul (*Prionace glauca*) y el tiburón tunero (*Carcharhinus falciformis*) que es el modo de reproducción más avanzado, en donde los embriones dependen inicialmente del vitelo almacenado, pero después se alimentan de la madre a través de una conexión placentaria. El embrión al estar en el útero, posee un cordón umbilical que crece hasta que se vuelve un tubo de unos 20 cm de largo, de este modo los tejidos de la madre y del embrión se ponen en contacto directo y los nutrientes pasan al embrión.

La pesquería de tiburones es una de las más importantes en el litoral Pacífico de México, caracterizada por: ser una pesquería multiespecífica que genera gran cantidad de empleos, las especies que se capturan son de vida larga con historias de vida sensibles a la explotación intensa, la captura de las diferentes especies que habitan en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del litoral Pacífico de México se realiza con tres unidades de flota (altura, de mediana altura y de embarcaciones menores); destacando tres regiones productivas de este recurso: el Golfo de Tehuantepec, Golfo de California y la costa occidental de la Península de Baja California (Soriano-Velásquez *et al.*, 2003-2004).

Se han registrado 9 especies de tiburón para el estado de Colima, destacando el tiburón tunero (*C. falciformis*) y el tiburón azul (*P. glauca*) como las dos especies que sostienen la pesquería.



ANTECEDENTES

Los primeros estudios que se realizaron en México sobre los tiburones datan de 1967, cuando Kato y Hernández publicaron los primeros resultados de un estudio de marcado en aguas del Pacífico Oriental; dicho trabajo proporcionó las primeras informaciones sobre la distribución de las principales especies de tiburones con importancia comercial en nuestro país. Applegate *et al.*, (1979) realizaron estudios sobre aspectos biológicos, de las principales especies de tiburones que habitan en aguas de México.

Los estudios enfocados a la identificación y taxonomía de las principales especies de tiburones han sido realizados por Castro-Aguirre (1965), Hernández-Carballo (1971), Castro-Aguirre (1967) y Kato *et al.*, (1967). Mientras que Kato *et al.*, y Hernández-Carballo en 1967 señalan los patrones de migración de tiburón en el Pacífico Mexicano.

Compagno (1984) reportó que la distribución de *Carcharhinus falciformis* en el Océano Pacífico comprende desde la costa oeste de Baja California incluyendo el Mar de Cortés hasta Perú.

Castillo-Géniz (1992); Mendizábal y Oriza (1995) y Torres-Huerta (1999) han realizado estudios que nos han permitido conocer la composición específica de las capturas comerciales de tiburones, sus temporadas y zonas de abundancia, así como algunos aspectos reproductivos incluyendo su ciclo de vida.

Mientras que Villavicencio-Garayzar (1996a y 1996b) y Villavicencio-Garayzar *et al.*, (1994 y 1996), llevaron a cabo una serie de estudios sobre los elasmobranchios que habitan las aguas del Golfo de California, principalmente enfocados a conocer su biología reproductiva. Así mismo Soriano-Velásquez *et al.*, (2003) y Domínguez-Arellano (2003), también realizaron estudios de aspectos reproductivos de la familia Carcharhinidae y Sphyrnidae en el Golfo de Tehuantepec.

Branstetter y McEachran (1986) aportaron información de edad y crecimiento para cuatro especies de tiburón; *Carcharhinus falciformis*, *C. limbatus*, *Galeocerdo cuvier* y *Rhizoprionodon terraenovae*. Para *C. falciformis* encontraron que nace después de un periodo de gestación de 12 meses, la relación de hembras y machos fue 2:1 mencionando que los machos maduran a una talla más pequeña que las hembras.

Vélez-Marín *et al.*, (1989) reportaron los resultados de seis cruceros de pesca exploratoria con palangre de deriva realizados en barcos de pesca de Altura, sobre la composición de la captura, datos preliminares de su distribución geográfica, régimen alimenticio y madurez sexual de las principales especies de tiburones.

Sierra-Rodríguez (1995) realizó seis muestreos de la captura comercial de tiburón en Puerto Madero. Las principales especies de tiburones que este autor cita como componentes principales en las capturas son: *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus limbatus* y *Sphyrna lewini*.

Castillo-Geniz *et al.*, (1997) evaluaron el estado actual de las poblaciones de tiburones que son explotadas comercialmente en las aguas del Golfo de Tehuantepec encontrando que es una pesquería tropical multiespecífica sostenida principalmente por especies de tiburones de hábitos costeros y pelágicos. Encontró que el 51.36 % de los organismos



muestreados pertenecieron al tiburón aleta de cartón *C. falciformis*. La CPUE para esta especie fue de 10.03 ± 2.2 tiburones por embarcación y de 7.40 ± 0.07 tiburones por viaje de pesca, y por último se observó que esta pesquería estuvo sostenida fundamentalmente por la pesca de organismos inmaduros.

Del Rosario (1998) contribuyó al conocimiento de la biología y pesquería del tiburón aleta de cartón *C. falciformis* de las costas del Pacífico para Guatemala. Reportó que el 78% de las capturas correspondió a *C. falciformis* con una talla promedio 127 cm longitud total (LT), lo cual indica que la captura estuvo constituida por organismos inmaduros en estado juvenil o neonatos. El autor reporta que no hay diferencias en la proporción de hembras y machos, presentan similitud en la talla mínima de madurez, siendo la talla mínima encontrada para hembras de 179 cm y para machos 178 cm. El periodo de gestación para *C. falciformis* fue de 12 meses, no encontrándose un periodo definido de apareamiento y alumbramiento.

Ronquillo-Benítez (1999) realizó un estudio de la biología pesquera del tiburón aleta de cartón (*C. falciformis*) del Golfo de Tehuantepec, Chiapas. La cual obtuvo 6073 registros biológicos de *C. falciformis* con una talla promedio de 136.50 ± 37.96 cm LT, lo que señala, de acuerdo a las tallas de madurez reportadas, que las capturas durante el periodo de estudio estuvieron constituidas por organismos inmaduros principalmente.

Cárdena-Cárdenas y Villavicencio-Garayzar (2000) determinaron aspectos de la biología reproductiva de *C. falciformis*, en el Golfo de California, en el cual consideraron que la talla de primera madurez sexual para machos y hembras fue de 178 cm LT presentando una gestación de 12 meses y la talla de nacimiento la propone en 70 cm LT con una proporción de sexos para los embriones de 1:1.

Soriano-Velásquez *et al.* (2003) describieron los aspectos reproductivos de cuatro especies de la familia Carcharhinidae (*Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus limbatus*, *Nasolamia velox* y *Sphyrna lewini*) que habitan en las aguas del Golfo de Tehuantepec.

Hoyos-Padilla (2003) examinó un total de 295 organismos, pertenecientes a *C. falciformis*, donde la longitud total de las hembras fue de 88-316 cm, mientras que para los machos varió de 142-260 cm. La proporción de sexos fue de 1H:0.6M. El incremento en el diámetro de los ovocitos y la glándula oviducal además de la presencia de huevos uterinos o embriones sugiere que las hembras maduran alrededor de 180 cm LT, mientras que el desarrollo de los mixopterigios y la presencia de cúmulos de esperma muestra la madurez en los machos que ocurre alrededor de los 182 cm LT.

Sánchez-De ita (2004) describe la edad y el crecimiento del tiburón piloto *C. falciformis* capturado frente a dos localidades de la costa occidental de Baja California Sur, México. En total se registraron 252 tiburones principalmente de junio a noviembre. La edad fue estimada a partir de las marcas de crecimiento en vértebras. Las hembras tuvieron longitudes entre 88 y 230 cm de longitud total (LT), con moda en 180 cm LT. Los machos tuvieron longitudes entre 142 y 260 cm LT, con moda en 193 cm LT.

Andrade-González (2005) analizó la composición de la dieta del tiburón piloto *C. falciformis*, en el Océano Pacífico Oriental durante los años 1992, 1993 y 1994. Se



analizaron 324 organismos, se encontró que el tiburón piloto se alimenta principalmente del atún aleta amarilla (*Thunnus albacare*, *Cubiceps pauciradiatus*), calamar (*Dosidicus gigas*), barrilete (*Katsuwonus pelamos*).

En cuanto a los estudios que se han realizado para el tiburón azul (*P. glauca*) en el Pacífico Mexicano han sido pocos entre los que podemos mencionar a Miranda-Vásquez (1996), Furlong-Estrada (2000), Reye-González (2001), y Giacomo-Sietze Palavicini de Witte (2002), que describen principalmente la composición específica de las capturas comerciales de tiburones, sus temporadas y zonas de abundancia, así como algunos aspectos de su ciclo de vida.

Actualmente pocos trabajos existen dirigidos hacia aspectos reproductivos del tiburón azul (*P. glauca*) y del tiburón tunero (*C. falciformis*) en aguas del litoral de Colima, solo se cuentan con reportes de Vélez-Marín *et al.*, (1989, 1994 y 1996), Santana-Hernández (1989 y 1997) quienes describen las actividades de la flota palangrera que opera en el Pacífico Mexicano y la flota palangrera de Manzanillo Colima. Estos autores han identificado 28 especies de tiburones pelágicos oceánicos, entre las que se encuentra al tiburón azul, la captura en número por lance, contenidos estomacales, fases de madurez gonádica, proporción de sexos, hembras preñadas, fecundidad, la captura en peso, las abundancias relativas, frecuencias de tallas, posición geográfica de los lances, especificación de las embarcaciones, longitud del palangre, horas de operación del arte a la deriva, descripción del arte de pesca, factores físicos (temperatura, termoclina) relacionados con la captura, profundidad a la que opera el palangre las áreas y zonas de pesca en el Pacífico Mexicano.

Tendencia histórica de la producción de elasmobranquios (Tiburones, cazones y rayas)

Los volúmenes de captura a nivel nacional en los años 80's alcanzaron un promedio anual de las 30,666 ton. con la menor participación para 1980 con 26,340 ton. (8.59%), mientras que en la década de los 90's alcanzo un promedio anual de 34,768 ton con una producción mínima en 1991 de 31,148 ton. (8.96%) y un máximo de 36,737 ton. (10.57%) en 1990. En los últimos cuatro años de 2000 a 2003, el promedio anual fue de 32,796.5 ton. Sin embargo, la tendencia en este corto tiempo muestra una disminución de 5.4% para el 2002 con respecto al 2000 (Fig. 1) (SEPESCA, 1980-1993; SEMARNAP, 1994-2000; SAGARPA, 2001-2003).

Para el Pacífico Mexicano, también se observa que en la década de los 80's alcanzo un récord de 25,562 ton. para 1981, con un mínimo de 15,333 ton. para 1987. En los 90's el máximo valor fue en el año de 1993 con 23,248 ton. y el mínimo observado fue en 1991 con 19,422 ton. Para los años de 2000 a 2003 se obtuvo un promedio de 23,436.5 ton; mostrando un decremento en 2002 de 19,704.04 ton. y una recuperación para 2003 de 26,216 ton. (Fig. 1) (SEPESCA, 1980-1993, SEMARNAP, 1994-2000; SAGARPA, 2001-2003).



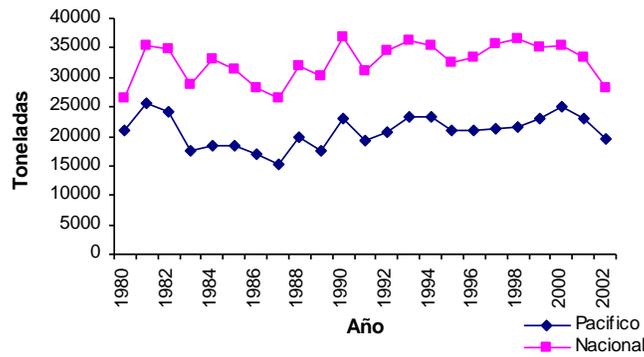


Fig. 1. Producción de Elasmobraquios (tiburón-cazón y rayas) a nivel nacional y del Pacífico Mexicano.

Para el estado de Colima, en los años 80's la producción mínima se registró en 1982 con 629 ton; sin embargo, para 1986 hubo un incremento (2,082 ton). Par a la década de los 90's se alcanzo un récord de 3,232 ton. en el año 1995, mientras que la mínima producción fue en 1999 con 1,326 ton. Del 2000 al 2003 la producción promedio es de 1,149.25 toneladas mostrando una tendencia fluctuante. Este estado aporta el 14.4 % de la producción de tiburón con respecto al litoral del Pacífico Mexicano (Fig. 2) (SEPESCA, 1980-1993; SEMARNAP, 1994-2000; SAGARPA, 2001-2003).

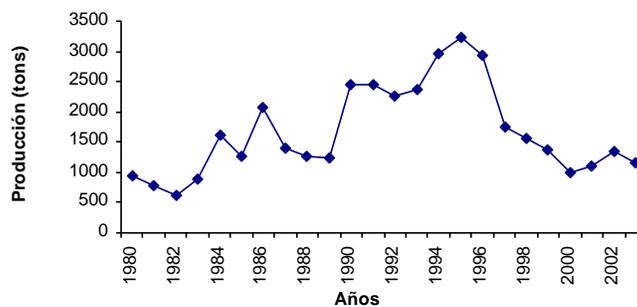


Fig. 2. Producción de Elasmobraquios (tiburón-cazón y rayas) en el estado de Colima.

A nivel nacional existe una gran preocupación por el estado actual en que se encuentra la pesquería de tiburón; es por esto que en los últimos años se ha tratado de instrumentar medidas tendientes a la unificación de esfuerzos gubernamentales para asegurar la conservación y ordenamiento de los tiburones y su aprovechamiento sostenible a largo plazo. Por lo que es indispensable que las regulaciones consideren estos elementos y se orienten a mejorar el conocimiento de las poblaciones de tiburón y de los niveles de explotación regional por especie (Santana-Hernández *et al.*, 2004).

Por lo antes mencionado, es la importancia de llevar a cabo el presente estudio sobre aspectos reproductivos del tiburón azul (*P. glauca*) y tiburón tunero (*C. falciformis*).



DIAGNOSIS DEL TIBURÓN AZUL (*Prionace glauca*)

Es un pez cartilaginoso de la familia Carcharhinidae, con una distribución amplia, habita en aguas tropicales, subtropicales y templadas, por lo que es una especie cosmopolita. Vive en zonas con amplio intervalo de temperaturas que van de los 7 a 22°C, prefiriendo aquellas entre 7°C y 16°C (Compagno, 1984). Es un organismo epipelágico que se encuentra hasta los 150 m de profundidad, realiza grandes y numerosas migraciones hasta de 2400 millas náuticas. En sus patrones migratorios se pueden identificar tres áreas: de alimentación adultos, reproducción y crianza, para evitar el canibalismo (Castro, 1992).

El tiburón azul, *P. glauca*, se caracteriza por tener un cuerpo largo y delgado, nariz larga y boca amplia, es inconfundible por su color azul oscuro en el dorso, con tonos azules brillantes en los costados y el vientre blanco (Fig. 3). Sus aletas pectorales son muy largas y la primera dorsal esta muy retrasada con respecto de otros Carcharínidos (Furlong-Estrada, 2000). El punto medio de la aleta dorsal se encuentra cerca del origen de las aletas pélvicas, en donde se observa una hendidura dorsal y otra ventral en la base de la aleta caudal (Miranda-Vázquez, 1996). Se alimenta de pequeños peces, calamar, otros invertebrados, pequeños tiburones y carroña (Furlong-Estrada, 2000). Castro (1983) y Compagno (1984) indican que su alimentación se basa en peces como sardinas, anchovetas y arenques.

La talla promedio para esta especie es de 180 a una talla máxima de 240 cm LT, aunque se tienen registrados organismos de 383 cm de longitud total; esta especie alcanza su madurez sexual a los 220 cm longitud total, según Furlong-Estrada (2000).

Es una especie vivípara placentaria, la etapa de gestación dura de 9 a 12 meses, los embriones se nutren de la madre a través del saco placentario liberando normalmente de 25 a 50 crías, aunque se han reportado hembras que tienen hasta 135 crías que al nacer miden entre 40 a 51 cm de longitud total (Castro, 1983). Presentan dimorfismo sexual siendo las hembras de mayor tamaño que los machos. En el Pacífico Norte el apareamiento ocurre durante el verano y el alumbramiento durante finales de primavera y principios del verano.



Fig. 3. Tiburón azul, *Prionace glauca* según, Castro (1983).



DIAGNOSIS DEL TIBURÓN TUNERO (*Carcharhinus falciformis*)

El tiburón aleta de cartón *C. falciformis* conocido como tiburón tunero, sedoso, marrajo o aleta de cartón, dependiendo de la zona y del estado de madurez en que se encuentre, pertenece al orden Carcharhiniformes y a la familia Carcharhinidae (Compagno, 1984), también llamado tiburones grises, esta familia es una de las más numerosas y de mayor distribución a nivel mundial (Fig. 4).

Se caracteriza en general por presentar cuerpo largo y poco robusto, ojos pequeños cubiertos con membrana nictitante, hocico moderadamente largo, dientes con una sola cúspide, serrados, triangulares, los dientes interiores son de forma afilada que presenta serraciones, los organismos carecen de espiráculo y de quillas precaudales; la primera aleta dorsal se acerca más a las aletas pectorales que a las pélvicas y la segunda aleta dorsal es igual o ligeramente menor en la base que la aleta anal y con un extremo posterior libre, la aleta caudal mide menos de la tercera parte de la longitud total, con un lóbulo superior cercano a dos veces de largo que el inferior (Compagno, 1984; Castro, 1983). Color gris claro en el dorso y los lados, blanco sucio en el vientre. Su reproducción es vivípara, con fecundidad de 2-12 embriones. Su principal alimento lo constituyen los peces 54%, los cefalópodos 31% y los crustáceos 15% (Mendizábal y Oriza, 1995).

Compagno (1984) menciona que las hembras de *C. falciformis* alcanzan su madurez sexual entre los 213 y 230 cm de longitud total; mientras que los machos son maduros entre los 187 y 217 cm de longitud total.



Fig. 4. *Carcharhinus falciformis*, según Castro (1983).

En el Golfo de Tehuantepec se ha observado que esta especie presenta alumbramientos durante todo el año, sin embargo, la abundancia de hembras preñadas y neonatos muestra dos periodos de alumbramiento, uno en verano (julio y septiembre), y otro menor en marzo y abril. Se han registrado cuatro estadios de desarrollo embrionario diferentes en un mismo mes (huevos implantados en el útero, embriones de 12-14 cm LT, embriones de 22-25 cm LT, embriones de 48-51 y embriones de 59-68 cm LT. Regularmente, las hembras preñadas contienen un número de crías de 2 a 7 (promedio de 6.36 ± 0.18), el tamaño de las crías al nacer es de 50-68 cm LT, la proporción de sexos (hembras-machos) de las crías es de 1:1 y un periodo de gestación de 11 a 12 meses (Soriano-Velásquez *et al.*, 2003).



JUSTIFICACIÓN

Los tiburones no alcanzan índices de fecundidad elevados, presentan lenta tasa de crecimiento, tardía madurez, una estrecha relación de reclutamiento stock, además de ser sensible a cambios ambientales y exhibir una alta capacidad migratoria. Estas características colocan a los tiburones como organismos vulnerables a las pesquerías. Actualmente se han enfocado algunos esfuerzos de investigación a los aspectos de la biología reproductiva, identificando el estado de madurez y desarrollo de los individuos que se capturan con mayor incidencia en nuestros litorales con el propósito de proyectar la vulnerabilidad de las especies, dadas las características de la pesquería y con ello proteger la salud de las poblaciones de los tiburones de importancia comercial. Por ello, existe una necesidad de avanzar en el conocimiento de las historias de vida de los tiburones, con la finalidad de que en un futuro se logre obtener una pesca sostenible de estos organismos, fundamentada en bases biológicas, haciendo posible mantener una pesquería sustentable a largo plazo (Holden, 1974).

El presente estudio tiene como principal propósito aportar un mayor conocimiento en la biología reproductiva del tiburón azul (*P. glauca*) y del tiburón tunero (*C. falciformis*) ya que son pocos los trabajos que se han realizado sobre estas especies en este aspecto, por ello la necesidad de llevar a cabo estudios sobre el comportamiento reproductivo. Lo que permitirá obtener elementos para la determinación de la talla de primera madurez sexual, tasas reproductivas bajas y largos periodo de gestación, que son pauta importante para el ordenamiento y aprovechamiento de los tiburones.



OBJETIVO GENERAL

Determinar algunos aspectos reproductivos del tiburón azul (*P. glauca*) y del tiburón tunero (*C. falciformis*) registrados en las capturas de la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Colima.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Determinar la composición de las capturas de tiburones, en la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo.
2. Determinar las variaciones de abundancia.
3. Determinar la estructura de tallas y sexo.
4. Determinar las relaciones biométricas (longitud total -longitud furcal y longitud total-longitud precaudal).
5. Determinar la proporción de sexos en embriones, juveniles y adultos
6. Estimar la talla de primera madurez en hembras y machos.
7. Estimar la proporción de hembras preñadas.
8. Determinar la relación entre la longitud total de la madre y el número de embriones y la talla de embriones.
9. Determinar la fecundidad de la especie (número de crías por hembra).
10. Determinar la época de nacimiento a través del desarrollo embrionario.
11. Determinar el ciclo reproductivo.



ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Colima se encuentra ubicado al norte a los 19° 31' latitud, al sur entre los 18° 41' de latitud norte, al este a los 103° 29' longitud, al oeste a los 104° 41' de longitud oeste. Este estado representa el 0.3% de la superficie del país. Sus colindancias son: al norte con Jalisco, al este con Jalisco, y Michoacán de Ocampo, al sur con Michoacán de Ocampo y el Océano Pacífico, al oeste con el Océano Pacífico y Jalisco

El archipiélago de Revillagigedo forma parte del territorio del estado y está formado por las islas de: Socorro, San Benedicto, Clarión y Roca Partida. El municipio de Manzanillo se localiza a 90 km al sur de Colima; por su extensión es el municipio más grande constituyendo una cuarta parte del estado, se localiza entre los 103°59' a 104°44' de longitud y los 18°53' a 19° 18' latitud norte, con altura sobre el nivel del mar de 4 metros en el malecón. La superficie del municipio es de 1,578.4 km².

El puerto de Manzanillo se localiza en la Bahía del mismo nombre, al oeste del Estado de Colima, sus límites son: al norte, con el Municipio de Minatitlán; al este, Coquimatlán y Armería, al sur, está el Océano Pacífico al oeste y noroeste, con el estado de Jalisco. En las coordenadas geográficas: Latitud Norte 19°03.45 y Longitud oeste 104°18.08. (Archivos municipio de Manzanillo)(Fig. 5).

Clima.

El clima de Manzanillo es sub-húmedo, muy cálido. La temperatura media es de 26°, la más alta 28°C y la más baja de 22° a 23°C. En verano llegan a registrarse temperaturas muy elevadas (30°-34°C). Las mayores precipitaciones pluviales anuales se presentan de junio a octubre y el mayor pico se presenta en agosto, hay dos épocas de secas; de octubre a enero y de marzo a mayo. El régimen pluvial medio anual es de 800 y 1,200 mm con periodos de lluvias en época de verano (junio y octubre). La salinidad mínima del mar llega a 32‰ y la máxima de 35.5‰ (De la Lanza-Espino, 1991).

Temperatura superficial del mar

En los perfiles de la temperatura superficial marina (TSM) el promedio perpendicular a la costa de Colima, se observa un intervalo de temperatura de 4.6°C y entre los 24.0°C y 28.6°C. Noviembre es el mes más caliente y marzo el más frío. De noviembre a marzo se da un enfriamiento persistente, pero este es mayor de noviembre a diciembre (1.0 °C mes⁻¹) que de enero a marzo (0.5 °C mes⁻¹). Las pendientes de estos perfiles indican que el agua costera es la más fría.

El calentamiento de la superficie del mar que se registra de abril a junio, se caracteriza por ser mayor cerca de la costa (2.5°C) que lejos de ella (0.5°C). Durante julio y agosto persiste un incremento uniforme de la TSM. El mes de septiembre se considera anómalo por que se registra un descenso de 2.0°C con respecto agosto y muestra la presencia de agua caliente cerca de la costa. Mar adentro, la TSM de este mes es más fría que la de marzo. Cerca de la costa, los meses con la TSM más alta (28.2°C) son agosto, octubre y noviembre, en tanto que las más bajas (24.5°C) se registran en marzo, abril, y mayo (Jiménez-Quiroz *et al.*, 2006).



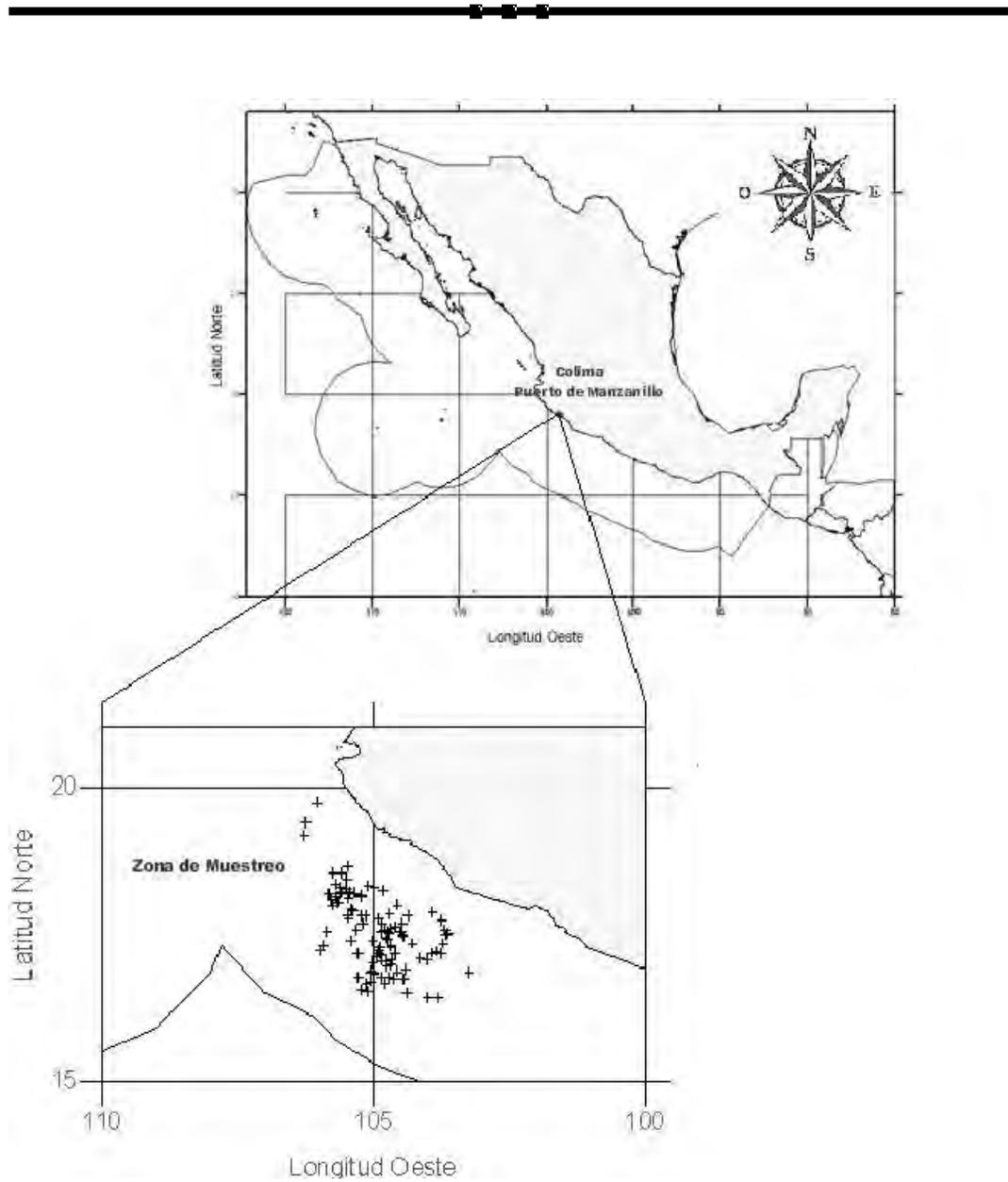


Fig. 5. Área de Estudio, lances realizados durante los viajes de pesca, en el periodo abril 2006 -abril 2007.



Material y método

La estrategia del proyecto se basó en la obtención de información biológica y pesquera a partir de las capturas de tiburón de la flota palangrera en el Puerto de Manzanillo, Colima.

La información se registró en un formato de datos diseñado para el acopio de datos biológicos pesqueros por embarcación (Anexo 1).

Toda esta información se concentró en una base de datos desarrollada en Excel Ver. 97 de Microsoft Office 2000.

Trabajo de campo (muestreos)

Datos Biológicos

Se identificaron a los organismos a nivel de especie, de acuerdo a las claves de identificación de Castro (1983) y Compagno (1984). Identificando el orden, familia, género y la especie. Para cada ejemplar se registraron los siguientes datos biométricos:

Longitud Total (LT): Distancia en línea recta del morro del animal hasta la parte distal del lóbulo superior de la aleta caudal.

Longitud Furcal (LF): Distancia en línea recta del morro del animal hasta la horquilla de la aleta caudal.

Longitud Precaudal (LP): Distancia en línea recta de la punta del morro hasta la zona previa a la aleta caudal.

Longitud del myxopterigio o clasper (LC): Distancia de la parte anterior de la cloaca hasta la parte distal del myxopterigio (clasper).

Todas las longitudes se tomaron en posición natural del animal al centímetro más cercano, excepto la longitud de los claspers que se anotaron al milímetro más cercano. Utilizando un ictiómetro.

Sexo y Madurez Sexual

El sexado de los tiburones se realizó de forma visual identificando a los machos de acuerdo a la presencia de los órganos copuladores denominados myxopterigios o “claspers” (termino en inglés) (Lagler *et al.*, 1977). La asignación del estado de madurez se realizó siguiendo una escala subjetiva con base al desarrollo ontogénico descrito por Castro (1993) y que a continuación se detalla:

Neonato (I).- Organismo recién nacido que en el caso de las especies vivíparas la característica más sobresaliente es la conexión umbilical, cuya abertura se presenta en diferentes modalidades dependiendo del tiempo de nacido: abierta, iniciando la cicatrización y ya cicatrizada.

Juvenil (II).- Aquí se incluyen desde los organismos que presentan rasgos de la cicatriz umbilical, ya cerrada. Las características físicas de los machos se evidencian por el



temprano desarrollo de los claspers. En una etapa avanzada de esta fase, los órganos sexuales internos se aprecian delgados, pálidos y rígidos, tanto en hembras como en machos.

Maduro (III).- Los machos presentan los claspers completamente calcificados, vascularizados y con capacidad de rotación hacia la parte anterior del animal. Los testículos grandes y completamente vascularizados, los ductos deferentes se caracterizan por presentar varias vueltas sobre sí mismos con presencia de fluido seminal, el cual se detecta al hacer un corte transversal en varios puntos del epidídimo e incluso en la vesícula seminal. Las hembras muestran los ovarios de gran tamaño con aspecto granuloso y presencia de folículos maduros de color amarillo.

Preñez (IV).- Esta fase fue asignada a todas las hembras que mostraron evidencias de cicatriz de cópula (mordidas) en diversas partes de su cuerpo, especialmente en la región de las aletas pectorales. Así mismo los órganos internos como ovario, útero, y oviductos con rasgos de gravidez, como fue la presencia de óvulos maduros en el útero, huevos y cápsulas blastóicas a través de los oviductos que serán indicadores de su preñez, así como en estados más avanzados la presencia de fetos y/o embriones en desarrollo.

Los criterios generales auxiliares para la asignación de los estadios de madurez se describen a continuación:

Hembras

Características externas:

1. Presencia de cicatriz umbilical (vivíparos)
2. Presencia de himen
3. Presencia de cicatriz de cópula

Características internas:

1. Observación del tamaño de los huevos
2. Observación del tamaño y flacidez del ovario
3. Observación del tamaño de la glándula oviducal
4. Aspecto del útero
5. Presencia de embriones

Machos

Características externas: (observación de los claspers):

1. Rotación: capacidad de rotar hacia la parte frontal al doblarlo por el lado interno.
2. Vascularización: observación de coloración rojiza en la parte externa y en el rhipiodón.
3. Calcificación: observación de rigidez y endurecimiento del clasper.
4. Expansión del rhipiodón: observación de la capacidad y facilidad de expansión del rhipiodón.

Características internas:

1. Observación de la presencia de fluido seminal: este se observará al hacer un corte transversal en la epidídimo superior, media e inferior, así como en los testículos.



2. Observación del tamaño de los testículos.

3. Aspectos de los testículos.

En el caso de las hembras: se realizaron incisiones ventrales, partiendo desde la cloaca hasta la región anterior de la cavidad abdominal, extrayendo y midiendo los ovarios, glándulas oviducuales y los huevos encontrados tanto en ovario como en los úteros (largo x ancho en mm). En las hembras preñadas se registro el número de embriones por hembra, sexo y longitud total de cada embrión.

Respecto a lo machos se midieron los órganos copuladores y testículos, con la finalidad de inferir la madurez de estos organismos; se midieron los clasper desde la parte posterior de la cloaca hasta la parte distal del clasper, así como el grado de calcificación de estos, considerando sexualmente maduros a los machos con clasper calcificado, vascularizado y rotación hacia atrás.

Trabajo de gabinete

Los métodos que se emplearon para el análisis de datos, dependiendo del parámetro a estimar, fueron los siguientes:

Variaciones de abundancia

La abundancia relativa se estimó obteniendo el número total de organismo de cada especie, con respecto al total de organismos registrados mensual y anual durante todo el periodo de estudio. Se realizaron gráficas del número de organismos registrados de *P. glauca* y *C. falciformis*, en función del tiempo (meses), con el propósito de conocer la época del año en la cual se presenta los picos de abundancia de estas especies.

Estructura de tallas

Los datos de tallas obtenidos para los organismos se agruparon en tablas de frecuencia (regla de Sturges, en Daniel, 2002), para construir histogramas de frecuencia, tanto para hembras, machos y ambos sexos. Se realizó la estadística descriptiva, estimando la talla promedio, talla mínima, talla máxima, desviación estándar, varianza y error estándar, de forma estacional con la finalidad de identificar que parte de la población esta siendo impactada por las operaciones de pesca.

Relaciones biométricas

Se determinó la relación entre la longitud furcal (LF) con la longitud total (LT) y la longitud furcal (LF) con longitud precaudal (LPC) mediante la aplicación del modelo de regresión lineal:

$$LF = a + b(LT) \quad , \quad LPC = a + b(LT)$$

Donde:

LF= Longitud furcal

LPC= Longitud precaudal

LT= Longitud total

a= intercepto (ordenada al origen)

b= pendiente



También se calculó el coeficiente de determinación (r^2) que indica el grado de asociación para definir la variación entre ambas variables (LF-LT y LPC-LT). Estas relaciones permiten estimar la longitud total de tiburones a partir de tallas inferiores.

Proporción de sexos

Para cada estadio de madurez se obtuvo la proporción de sexos en periodo de estudio, de manera muy simple, dividiendo el número total de hembras entre el número total de machos.

Proporción de hembras preñadas

Se estimó obteniendo el número total de hembras preñadas respecto al total de hembras registradas durante todo el periodo de estudio.

Talla de primera madurez (Tpm)

Según Holden (1974) la forma más sencilla de definir la madurez sexual de los machos (elasmobranquios) es a partir del desarrollo de los myxopterigios o comúnmente en inglés llamados "claspers", ya que en los organismos inmaduros estos son pequeños y de consistencia flácida y no llegan a sobrepasar el borde posterior de las aletas pélvicas, y sin ningún proceso de endurecimiento en el cartílago, mientras que en los individuos adultos los myxopterigios sobrepasan claramente el borde posterior de dichas aletas y con la estructura endurecida que le permite rotar hacia adelante con facilidad. Esto junto con observaciones sobre su vascularización y presencia de semen, fue el criterio empleado para estimar la madurez sexual en los machos.

Por lo que respecta a las hembras, los índices de madurez sexual se observaron por la presencia de huevos desarrollados en los ovarios, huevos uterinos y la presencia de embriones en desarrollo dentro de los úteros. (Clark y Von Schmidt, 1965; Gubanov, 1978; Branstetter, 1981, 1987; Bonfil, *et al.* 1993).

Para la estimación de la talla de primera madurez en ambas especies se utilizó el modelo de la ecuación logística. Primero se obtuvo la frecuencia de individuos (intervalos de clase de 5 cm de longitud) para organismos inmaduros (estadios de madurez I, II) y maduros (estadios III y IV), posteriormente el modelo se ajustó por máxima verosimilitud, usando una distribución binomial de los residuos, (contenido en la rutina solver de Microsoft Excel) a la ecuación logística:

$$P_m = 1 / (1 + e^{(a-b*LT)})$$

Donde:

P_m = proporción sexual de especímenes maduros de la muestra.

LT = longitud total del organismo.

a = constante de la ecuación que determina el punto de origen de la curva.

b = constante de la ecuación que determina el punto de inflexión de la curva.

Relación hembra-embrión



La longitud total de las hembras preñadas se correlaciono con el número y tamaño de los embriones. Para lo cual se utilizó la ecuación de la regresión lineal de la siguiente manera:

$$y = a + bx \quad ; \quad y' = a + bx$$

Donde:

y= número de embriones.

y'= longitud de embriones.

x= longitud de la madre.

a y b= constantes.

Potencial reproductivo

El índice del potencial reproductivo se estimó con base a la obtención del promedio aritmético del número total de embriones por camada.

Desarrollo embrionario

Se determino analizando el incremento de la longitud de los embriones en función del tiempo (meses), durante el periodo de estudio. Lo que nos permitiría conocer los periodos de apareamiento, gestación y alumbramiento de las especies de tiburón azul y tiburón tunero.



RESULTADOS

Composición específica.

Durante el periodo de muestreo de abril 2006 a abril 2007 se registraron un total de 1962 organismos procedentes de 18 embarcaciones palangreras de mediana altura. Del total de los tiburones fueron identificadas nueve especies pertenecientes a dos ordenes, cuatro familias y cinco géneros (Carcharhinus, Prionace, Sphyrna, Alopias e Isurus). En la tabla 1 se enlistan las especies que componen las capturas de tiburones en el periodo señalado.

Tabla 1. Lista de las especies de tiburón capturadas por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col.

Nombre común	Nombre científico	%
Tiburón tunero	<i>Carcharhinus falciformis</i>	88.12
Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i>	8.21
Tiburón cornuda	<i>Sphyrna zygaena</i>	1.78
Tiburón zorro	<i>Alopias pelagicus</i>	0.82
Tiburón aleta blanca	<i>Carcharhinus longimanus</i>	0.46
Tiburón grillo	<i>Alopias superciliosus</i>	0.36
Tiburón chato	<i>Carcharhinus leucas</i>	0.10
Tiburón puntas negras	<i>Carcharhinus limbatus</i>	0.10
Tiburón mako	<i>Isurus oxyrinchus</i>	0.05

Abundancia relativa

La captura de tiburón en este puerto esta soportada por el tiburón tunero (*C. falciformis*) con el 88.12%, en segundo lugar se registra el tiburón azul (*P. glauca*) con el 8.21%, representando ambas especies el 96.33% de la captura total. Otra especie poco abundante pero no menos importante fue el tiburón cornuda (*S. zygaena*) con el 1.78%, y el 1.89% restante se distribuye en seis especies con menos del 1% de la captura (*A. pelagicus*, *C. longimanus*, *A. superciliosus*, *C. leucas*, *C. limbatus* e *I. oxyrinchus*) (Fig. 6).

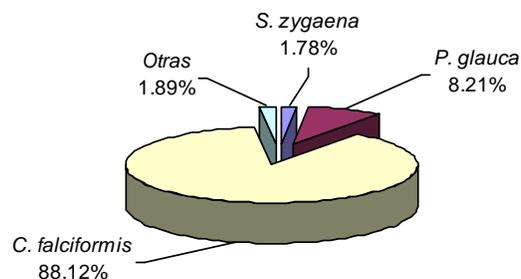


Fig. 6. Composición específica de tiburones desembarcados por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006 - abril 2007.



TIBURÓN AZUL (*Prionace glauca*)

Abundancia estacional

El tiburón azul (*P. glauca*) se presentó durante todo el periodo de estudio, registrando 161 organismos de los cuales 93 fueron hembras y 68 machos. La mayor abundancia se observó en los meses de abril y septiembre de 2006 con 29 y 25 organismos respectivamente. La abundancia de esta especie mostró dos picos uno en primavera (marzo-abril) y otro a finales de verano-principio de otoño (julio-septiembre) (Fig. 7).

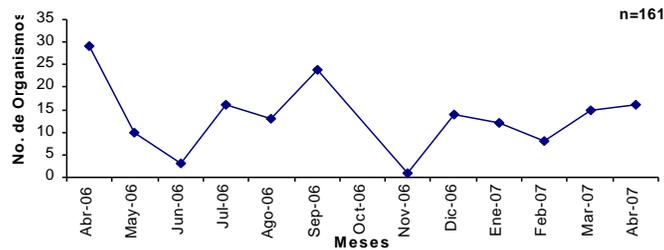


Fig. 7. Abundancia estacional de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Estructura de tallas

El tiburón azul es la segunda especie de importancia en las capturas de la flota de mediana altura del puerto de Manzanillo, presentando un intervalo de tallas en ambos sexos de 77-274 cm de longitud total (LT), con un promedio de 197.52 ± 2.62 cm LT. El intervalo de tallas observado para hembras es de 77-274 cm LT; con un promedio de 196.63 ± 3.46 cm LT, para los machos de 123-262 cm LT y promedio de 198.73 ± 4.05 cm LT (Fig. 8). La pesca incide principalmente en organismos adultos con el 56.52 %, mientras que en los juveniles con el 21.12 %, el restante 22.36 % lo registraron las hembras preñadas.

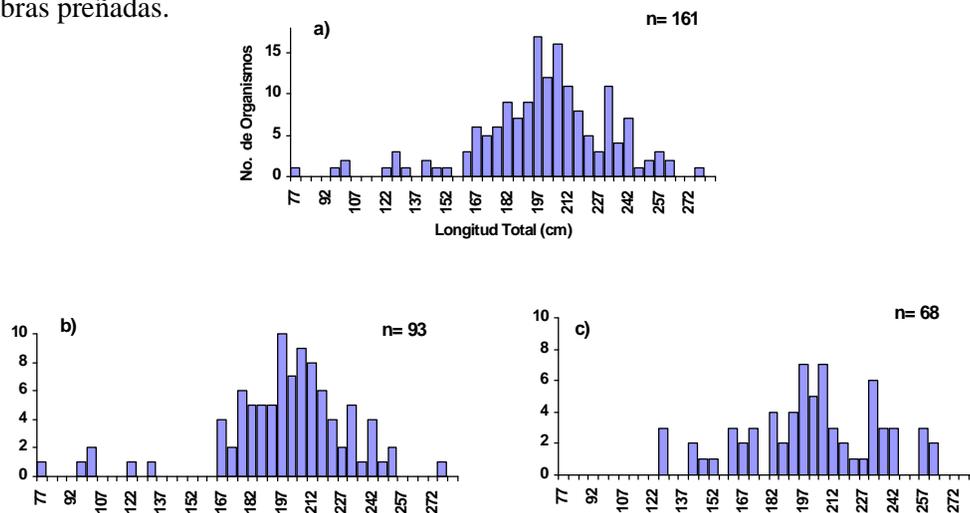


Fig. 8. Frecuencia de tallas para (a) ambos sexos, (b) hembras y (c) machos de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.



Tallas mínimas y máximas

Neonatos (I). No se registraron neonatos de tiburón azul (*P. glauca*) durante el periodo de estudio.

Juveniles (II). Las tallas mínimas y máximas registradas para ambos sexos, fueron de 77-185 cm LT respectivamente, registrándose estas tallas para las hembras, observando que en el periodo de estudio la mayor abundancia fueron hembras juveniles. En el mes de diciembre se presentó la talla mínima, mientras que en enero de 2007 se obtuvo la máxima (Tabla 2).

Adultos (III). Las tallas mínimas y máximas registradas fueron de 175-262 cm LT, las cuales correspondieron la mínima a las hembras y la máxima a los machos. La talla mínima se presentó en abril de 2007 y la máxima en diciembre (Tabla 2).

Preñadas (IV). La hembra preñada más pequeña que se registró en este estudio fue de 175 cm LT y la más grande fue de 274 cm LT. Ambas se presentaron en el mes de mayo (Tabla 2).

Tabla 2. Longitud máxima (LTmax), Longitud mínima (LTmin), media, moda, n (No. organismos), desviación estándar (S), varianza (S²), error estándar y coeficiente de variación (C.V.) del tiburón azul (*P. glauca*), capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007

	LT min	LT max	media	moda	n	S	S ²	Error. St	C.V.
Hembras	77	274	196.63	173	93	33.34	1111.39	3.46	16.95
Machos	123	262	198.73	230	68	33.42	1117.15	4.05	16.82
Hembras juveniles	77	185	148.78	173	18	35.29	1245.12	8.32	23.72
Machos juveniles	123	180	152.81	162	16	24.15	18.07	4.52	11.83
Hembras adultos	175	248	206.43	232	39	19.52	381.15	3.13	9.46
Machos adultos	178	262	211.9	230	52	21.72	471.85	3.01	10.25
Hembras Preñadas	175	274	209.94	216	36	20.87	435.65	3.48	9.94

Proporción de sexos

Durante el periodo de estudio, se registraron 161 organismos de los cuales 93 fueron hembras y 68 fueron machos, siendo la proporción de sexos de 1H:0.73M (Tabla 3.). Se aplicó la prueba de Chi-cuadrada mostrando que la proporción de sexos 1:1 no es significativa para juveniles y si lo es para adultos y para el total de organismos registrados en el periodo de estudio.

Tabla 3. Proporción de sexos de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Edo. Madurez	H:M	n
Juveniles	1:0.89	34
Adultos	1:0.69	127
H:M	1:0.73	161



Relaciones biométricas

De los 161 organismos registrados en el periodo de estudio, a 59 no se les tomó la longitud precaudal, por lo que solo se analizaron 102 datos.

De la relación longitud precaudal (LPC)-longitud total (LT), para ambos sexos, hembras y machos se obtuvo el coeficiente de determinación (r^2) de 0.85, 0.85, 0.87 respectivamente, lo que muestra que existe asociación entre ambas variables como se observa en la figura 9 y tabla 4.

De la relación longitud furcal (LF)-longitud total (LT), tanto para ambos sexos, hembras y machos se obtuvo un coeficiente de determinación (r^2) de 0.88, 0.98, 0.76 respectivamente, lo que indica que existe un alto grado de asociación entre la longitud furcal y longitud total. Esta relación esta descrita por el modelo de regresión lineal simple mostrada en la (Fig. 10 y Tabla 4).

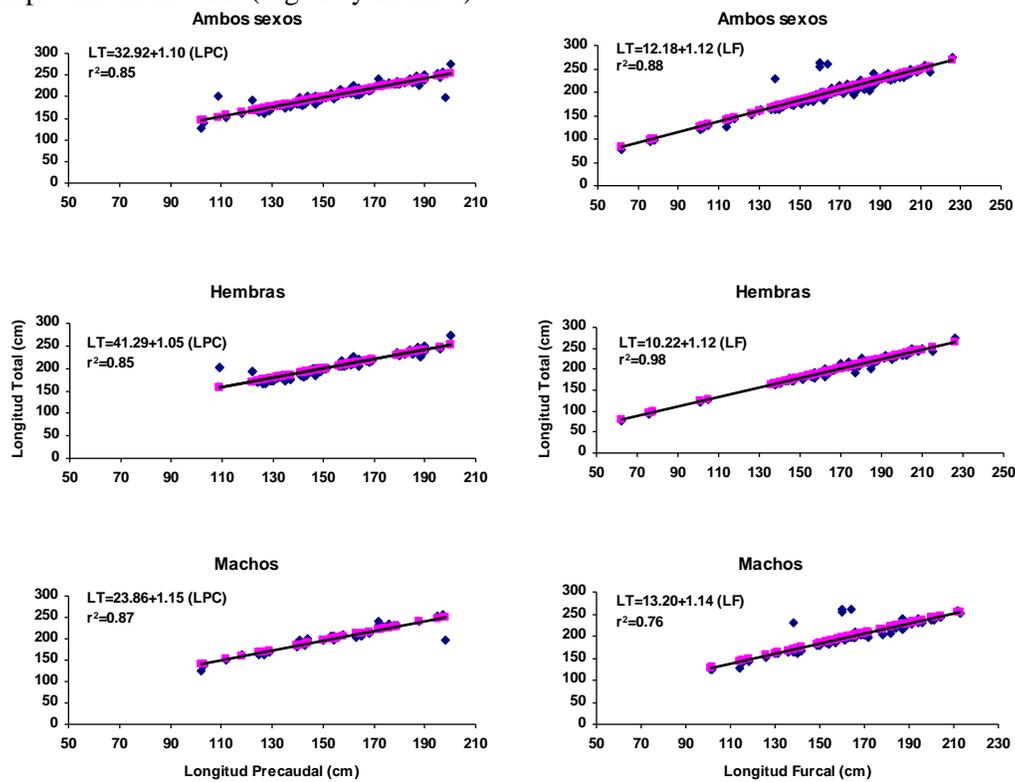


Fig. 9. Relación longitud precaudal-longitud total de *P. glauca*, capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007.

Fig. 10. Relación longitud furcal-longitud total de *P. glauca*, capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007.

Tabla 4. Parámetros del modelo de regresión lineal LPC-LT y LF-LT de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de medina altura del puerto de Manzanillo, Col. abril 2006-abril 2007.

LPC-LT	a	b	r^2	n	LF-LT	a	b	r^2	n
Ambos sexos	32.92	1.10	0.85	102	Ambos sexos	12.18	1.12	0.88	161
Hembras	41.29	1.05	0.85	65	Hembras	10.22	1.12	0.98	93
Machos	23.86	1.15	0.87	37	Machos	13.20	1.14	0.76	68



REPRODUCCIÓN

Estadios de madurez

Durante el periodo de abril 2006-abril 2007, se registraron 161 organismos (hembras y machos) de tiburón azul, *P. glauca*. De este total el 56.52% fueron adultos (III) y el 21.12% fueron juveniles (II), mientras que el 22.36% correspondió a hembras preñadas (Fig. 11a).

En el caso de las hembras (93 organismos), el 41.94% correspondió a organismos adultos, el 19.35% a juveniles y el restante 38.71% fue para las hembras preñadas (Fig. 11b). Mientras, que para los machos, el 76.47% lo constituyeron los adultos y 23.53% fueron juveniles (Fig. 11c). Durante el periodo de estudio no se registraron organismos neonatos (recién nacidos).

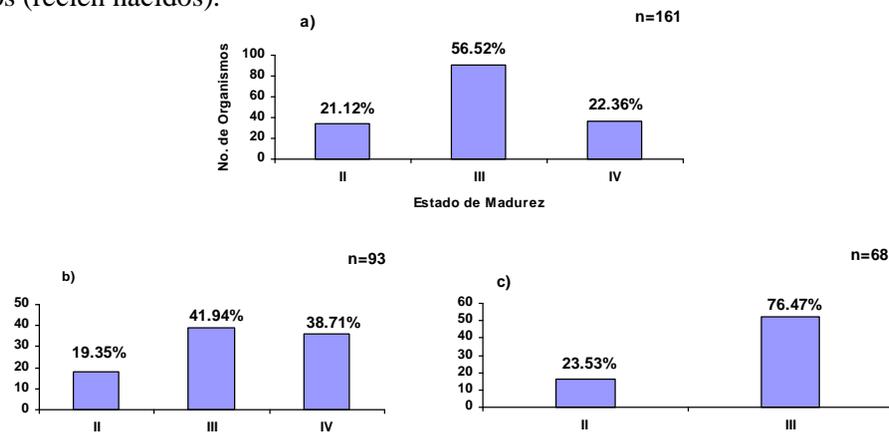


Fig. 11. Estadios de madurez de *P. glauca* para (a) ambos sexos, (b) hembras y (c) machos, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Tallas de primera madurez

La talla de primera madurez (Tpm) se calculo a partir del modelo logístico, con un total de 93 hembras y 68 machos. La Tpm estimada tanto para hembras como para machos fue de 175 cm LT (Fig. 12a y 12b) con intervalos de confianza de 169-179 cm LT para hembras y 163-182 cm LT para machos. La hembra preñada más pequeña fue de 175 cm LT, mientras que la talla mínima de los machos maduros fue de 178 cm LT.

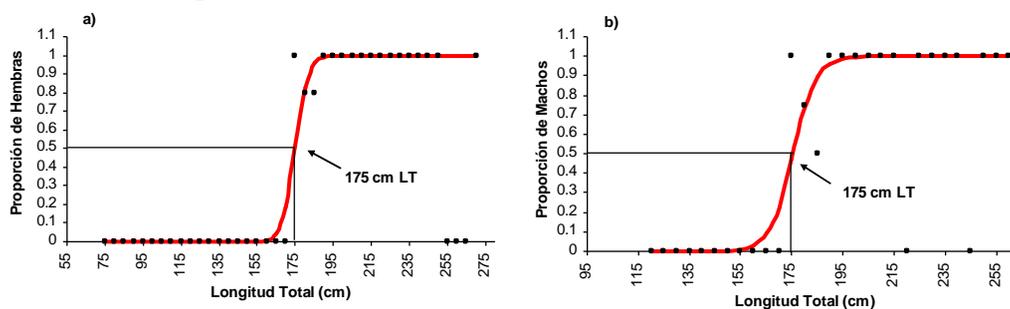


Fig. 12. Estimación de talla de primera madurez de *P. glauca* para (a) hembras y (b) machos, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.



Proporción de hembras preñadas

Del total de hembras registradas en el periodo de estudio, el 38.71% correspondió a hembras preñadas (Fig. 13).

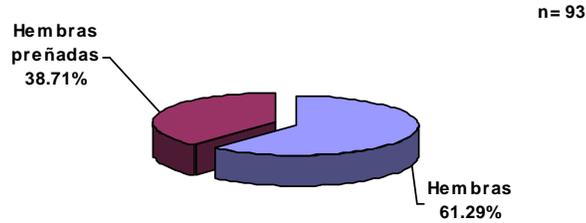


Fig. 13. Proporción de hembras preñadas *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Las hembras preñadas (n=36) presentaron dos picos de abundancia; uno en mayo y otro en julio (Fig. 14). A principios de este último mes y en septiembre, algunas hembras se les observó huevos en el útero, además de presentar mordeduras en el dorso y aletas pélvicas. La hembra grávida más pequeña observada fue de 175 cm LT.

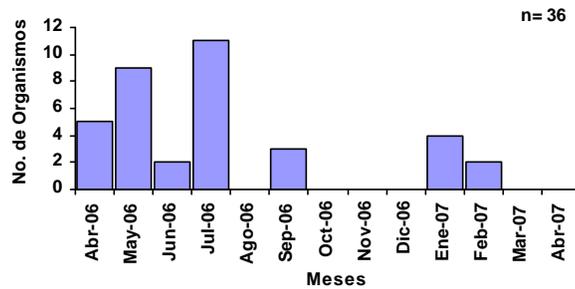


Fig. 14. Abundancia de hembras preñadas de *P. glauca* capturadas por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Relación longitud total de la madre y número de embriones

La relación entre la longitud total de la madre y el número de embriones, mostró que el 48% de la variación en el número de embriones es debido a la LT de la hembra, y observándose también baja significancia ($p=0.02$) entre ambas variables (Fig. 15).

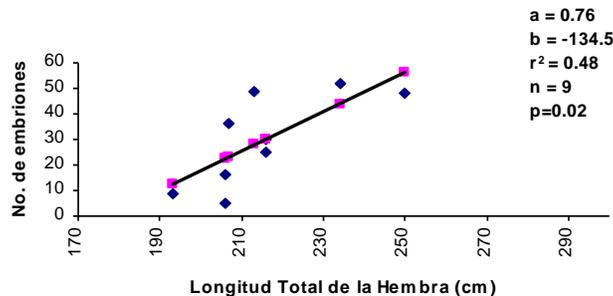


Fig. 15. Relación LT de la hembra-número de embriones de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.



Relación longitud total de la madre y talla promedio de embriones

El coeficiente de determinación de la relación entre la longitud total de la madre y talla promedio de los embriones fue muy bajo ($r^2 = -0.09$) mostrando que no existe relación alguna entre la talla de la madre y la talla de los embriones (Fig. 16).

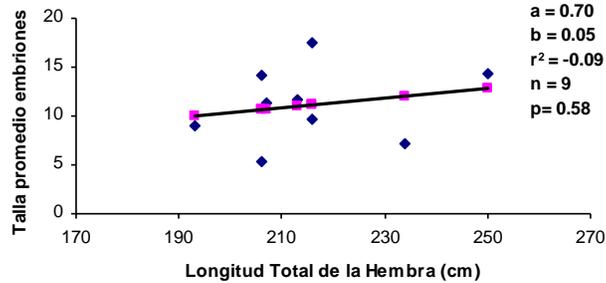


Fig. 16. Relación LT de la hembra-talla promedio de los embriones de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006 -abril 2007.

Fecundidad (número de crías por hembra)

Como se señaló arriba, solo se registraron hembras preñadas a finales de los meses de julio y septiembre con un intervalo de embriones ó crías de 5-52 por hembra y promedio de 29.89 ± 5.83 crías por hembra. La hembra con mayor número de embriones tuvo una longitud de 234 cm LT y la hembra con el menor número de embriones presentó una talla de 206 cm. LT; ambas ocurrieron en el mes de julio (Tabla 5).

Tabla 5. Número de hembras preñadas y embriones de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

	Fecha	LT	No. Embriones	LT min	LT max	LT promedio	Error. St
1	27-jul-06	193	9	8	10	9	0.27
2	28-jul-06	234	52	5.9	8.2	7.09	0.06
3	29-jul-06	250	48	11	16.5	14.35	0.17
4	29-jul-06	213	49	8	13.5	11.63	0.14
5	29-jul-06	206	5	5	6	5.30	0.20
6	30-jul-06	207	36	10	12.5	11.27	0.09
7	30-jul-06	216	30	16.2	18.6	17.5	0.12
8	27-sep-06	216	25	8.6	10.4	9.62	0.09
9	28-sep-06	206	16	13	15.8	14.17	0.20

Desarrollo embrionario

La talla mínima y máxima de los embriones de tiburón azul se presentaron en el mes de julio de 5 cm LT y 18.6 cm LT respectivamente (Foto 1), con una talla promedio de 11.61 ± 0.21 . Como se observa en la figura 17 solo fue posible registrar embriones con desarrollo muy temprano careciendo de embriones de fase terminal (organismos por nacer).

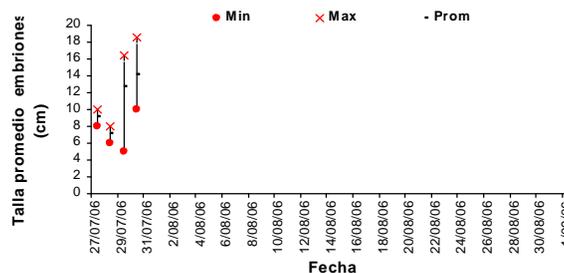


Fig. 17. Desarrollo embrionario de *P. glauca*, capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007





Foto 1. Embriones de *P. glauca*, en diferentes etapas de desarrollo.

Talla de nacimiento

Para el tiburón azul no se registraron neonatos durante el periodo de estudio, observándose que en los meses de octubre y noviembre esta especie estuvo ausente en las capturas, pero en el mes de diciembre se registra con tallas de 77-99 cm LT. Por lo que, posiblemente esta especie migra en los meses de octubre y noviembre en busca de aguas más frías para alumbrar a sus crías; regresando a las aguas de Manzanillo en el mes de diciembre.

Relación longitud total de la hembra -largo y ancho de la glándula oviducal

Se analizó la relación entre la longitud total de la hembra y largo de la glándula oviducal (LT-LGO), así como la longitud total de la hembra y ancho de esta glándula (LT -AGO); el número de organismos que se analizaron fueron 66 y 51 respectivamente. El intervalo de la longitud y ancho de la glándula oviducal fue de 20 a 60 mm mientras que las tallas de las hembras fueron de 166 a 274 cm LT (Fig. 18). Los coeficientes de determinación de (LT-AGO Y LT-LGO con $r^2 = 0.23$ y 0.26 , respectivamente), muestran que existe una baja asociación entre el ancho y largo de la glándula con respecto a la longitud de la hembra, pero con un alto grado de significancia ($p = 0.0001$ y $6.76E-06$ respectivamente).

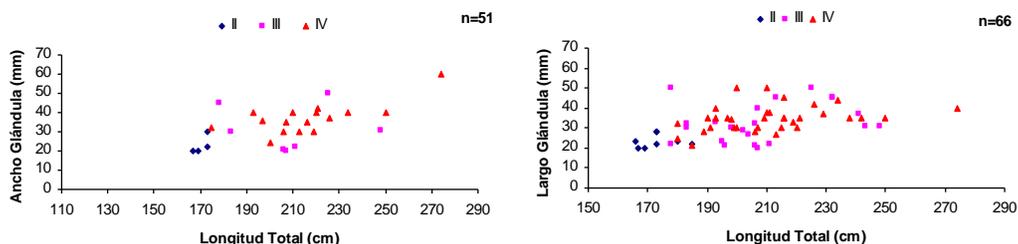


Fig. 18. LT- AGOy LT- LGO de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.



Relación longitud total de la hembra-largo y ancho del ovario

Se analizaron 62 organismos tanto para la relación entre la longitud total de la hembra y largo del ovario (LT-LOVA) como para la longitud total de la hembra y ancho del ovario (LT-AOVA). Las hembras presentaron un intervalo de tallas de 166 a 274 cm LT con medidas de longitud del ovario que fueron de 68-220 mm, con un coeficiente de determinación de 0.38, mientras que el ancho del ovario fue de 26 a 120 mm. (Fig. 19) y un coeficiente de determinación de 0.14.

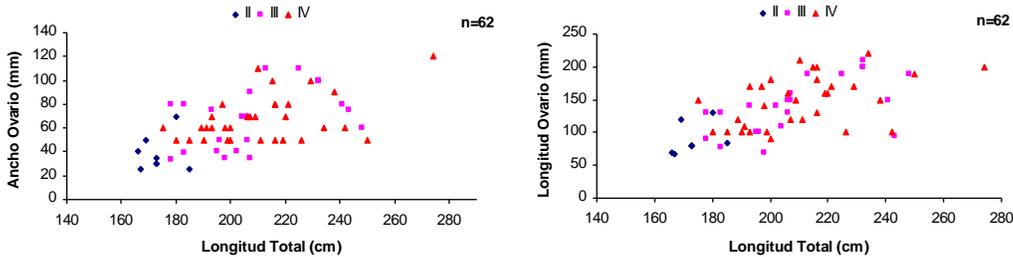


Fig. 19. LT- AOVA y LT- LOVA de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Se observa una baja relación entre las variables y la longitud de la hembra, pero si presentan un alto grado de significancia (AOVA, $p= 0.001$ y LOVA, $4.19E -8$ respectivamente); esto se debe a que estas estructuras se contraen o se expanden una vez que han alcanzado la madurez sexual de las hembras.

Relación longitud total (LT) del macho-longitud del clasper (LCL)

Se observó que existe una relación de acuerdo al modelo logístico, entre la longitud total (LT) del animal y la longitud del clasper (LCL), ya que conforme aumentaba la talla del organismo se incrementaba la longitud del clasper, De tipo logístico. En los animales inmaduros, este órgano sexual apenas alcanzaba a las aletas pélvicas pero conforme se iban acercando a la madurez sexual se incrementó la longitud del clasper (Fig. 20). La longitud mínima del clasper observada fue de 80 mm y la máxima de 250 mm; y las tallas mínima y máxima de los machos fueron de 126 cm y 253 cm de longitud total respectivamente.

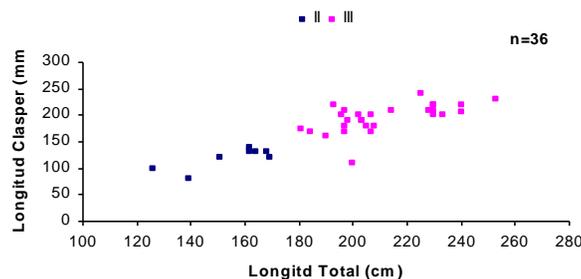


Fig. 20. LT- LCL de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.



Relación longitud total del macho -largo y ancho de testículo

En la figura 21, se observa que el largo y ancho de los testículos varía con respecto a la talla de los machos, principalmente cuando los organismos se van acercando a la madurez sexual, incluso los testículos pueden aumentar de tamaño llegando incluso a representar el 4% del peso total del macho (Dodd, 1983), por lo que la dimensión del testículo depende de la condición reproductiva del organismo y no de su longitud total. En este caso los coeficientes de determinación ($r^2 = 0.20$ y 0.55 respectivamente) muestra una baja relación entre la talla del animal y largo de los testículos (LT -LTES), y también entre la longitud total del organismo y ancho del testículo (LT -ATES); por lo que existe un alto grado de significancia (ATES, $p=0.003$ y LTES, $1.32E-07$).

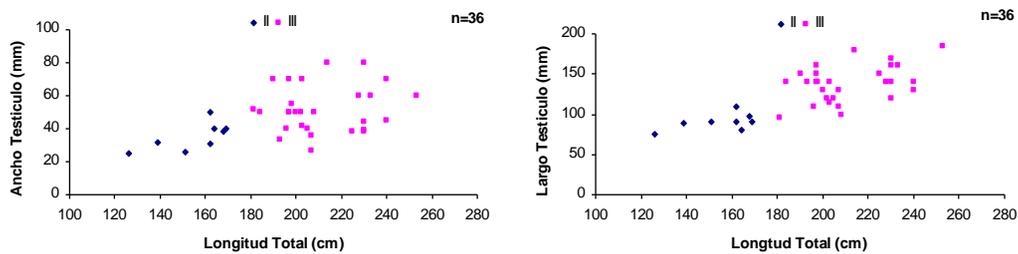


Fig. 21. LT- ATES y LT- LTES de *P. glauca*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col, abril 2006-abril 2007.



TIBURÓN TUNERO (*Carcharhinus falciformis*)

Abundancia estacional

Durante el periodo de estudio se registro la presencia del tiburón tunero (*C. falciformis*) con una captura de 1729 organismos, de los cuales 756 fueron hembras y 973 machos; de este total a 3 organismos (1 hembra y 2 machos) no fue posible tomar medidas biométricas.

La mayor abundancia de la especie se observó en los meses de noviembre a diciembre de 2006 y de marzo a abril de 2007 (Fig. 22). Esta especie es la que sostiene básicamente la pesquería en esta zona participando con el 88.12% de la captura total.

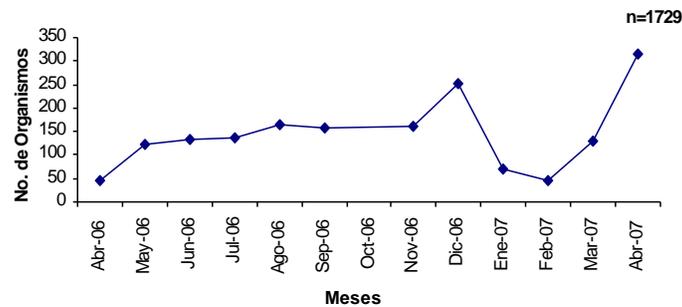


Fig. 22. Abundancia estacional de *C. falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Estructura de tallas

El tiburón tunero presentó un intervalo de tallas para ambos sexos de 57-234 cm LT; con un promedio de 130.52 ± 0.61 cm LT (Fig. 23a). El intervalo de tallas observado para hembras fue de 57-234 cm LT; con un promedio de 130.52 ± 0.98 cm LT (Fig. 23b) y para los machos de 61-217 cm LT; con un promedio de 130.53 ± 0.77 cm LT (Fig. 23c). Lo que indica que la captura incide principalmente en organismos juveniles (92.70%) mientras que los adultos representaron solo el 5.96%. El intervalo de tallas fue más amplio para las hembras que en machos.

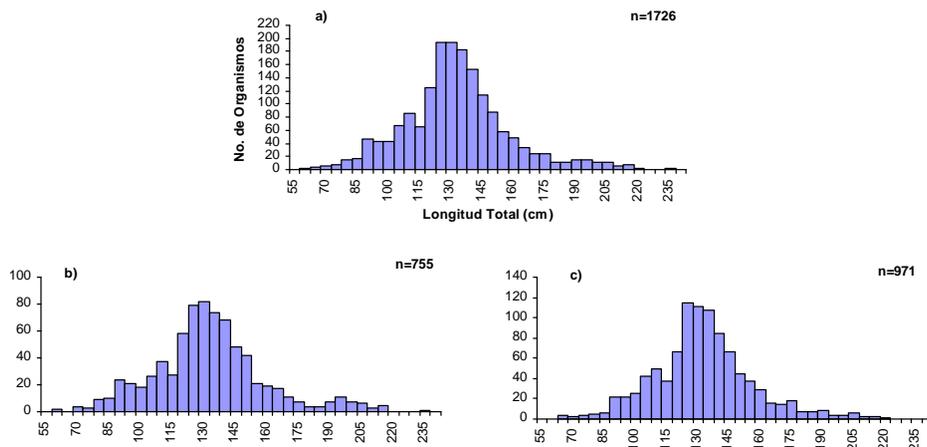


Fig. 23. Frecuencia de tallas para (a) ambos sexos (b) hembras y (c) machos de *C. falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura en el Puerto de Manzanillo, Col., durante el periodo abril 2006-abril 2007.



Tallas mínimas y máximas

De los 1729 organismos registrados del tiburón tunero, se analizaron 1726, con 755 hembras y 971 machos. De los 3 organismos sin LT, uno fue un neonato macho, otro una hembra y un macho a los cuales no se identificó su estado de madurez sexual.

Neonatos (I). La talla mínima y máxima para ambos sexos fue de 57 y 68 cm LT respectivamente, la talla mínima la presentaron las hembras en marzo y la máxima la presentaron los machos registrada en agosto y abril de 2007. Los neonatos hembras registraron las tallas más pequeñas (Tabla 6).

Juveniles (II). El intervalo de tallas de este estadio para ambos sexos fue de 69 -175 cm LT, la talla mínima la presentaron las hembras y la máxima los machos; ambas en agosto. (Tabla 6).

Adultos (III). Las tallas mínima y máxima para ambos sexos fueron de 170 -234 cm LT, la mínima fue registrada en abril y noviembre de 2006 para machos, mientras que la máxima solo para las hembras en diciembre (Tabla 6).

Preñadas (IV). La talla mínima fue registrada en febrero con una longitud total de 178 cm LT en enero y noviembre mientras que la talla máxima fue de 211 cm LT en noviembre (Tabla 6).

Tabla 6. Longitud máxima (LT max), Longitud mínima (LT min), media, moda, n (No. organismos), desviación estándar (S), varianza (S²), error estándar y coeficiente de variación (C.V.) de *C. falciformis*, capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007.

	LT min	LT max	media	moda	n	S	S ²	Error. St	C.V.
Hembras	57	234	130.52	129	755	26.88	722.68	0.98	20.60
Machos	61	217	130.53	129	971	24.10	580.92	0.77	18.46
Hembras neonato	57	66	61		3	4.58	21	2.64	7.51
Machos neonato	61	68	64.00	62	6	2.75	7.60	1.12	4.31
Hembras juveniles	69	174	126.07	129	700	20.57	423.43	0.78	16.32
Machos juveniles	71	175	127	129	901	18.79	352.97	0.62	14.79
Hembras adultos	172	234	193.74	193	39	13.36	178.56	2.14	6.90
Machos adultos	170	217	185.97	171	64	13.52	182.92	1.69	7.27
Hembras Preñadas	178	211	196.46	204	13	10.48	109.93	2.91	5.34

Proporción de sexos

Para cada estadio de madurez sexual se procesaron solo 1727 datos ya que un macho y una hembra fueron liberados por lo que no se les determinó su estadio de madurez sexual. En la tabla 7 se muestra la proporción de sexos para neonatos, juveniles y adultos, así como la del total de organismos (756 hembras y 973 machos). Aplicando en todos los casos la prueba de Chi-cuadrada, se observa una mayor abundancia de machos en relación a las hembras (1H:1.29M) siendo significativamente diferente a 1:1, lo mismo ocurre en el caso de los juveniles, mientras que para los neonatos y adultos no se observa una diferencia significativa de 1:1.



Tabla 7. Proporción de sexos de *C. falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007

Edo. Madurez	H:M	n
Neonatos	1:2.33	10
Juveniles	1:1.29	1600
Adultos	1:1.23	117
H:M	1:1.29	1729

Relaciones biométricas

De los 1729 datos solo a 855 organismos se les tomó la longitud precaudal. De la relación longitud precaudal-longitud total (LPC-LT), para ambos sexos, hembras y machos se estimó el coeficiente de determinación (r^2) de 0.98, 0.97, 0.98 respectivamente, lo que muestra una asociación entre las variables analizadas utilizando el modelo lineal (Fig. 24, Tabla 8).

De la relación longitud furcal-longitud total (LF-LT) para ambos sexos, hembras y machos se obtuvo un coeficiente de determinación (r^2) de 0.98, 0.99, 0.98 respectivamente, lo que indica que existe un alto grado de asociación entre las longitudes. Esta relación esta descrita por el modelo de regresión lineal simple que se muestra en la figura 25, tabla 8.

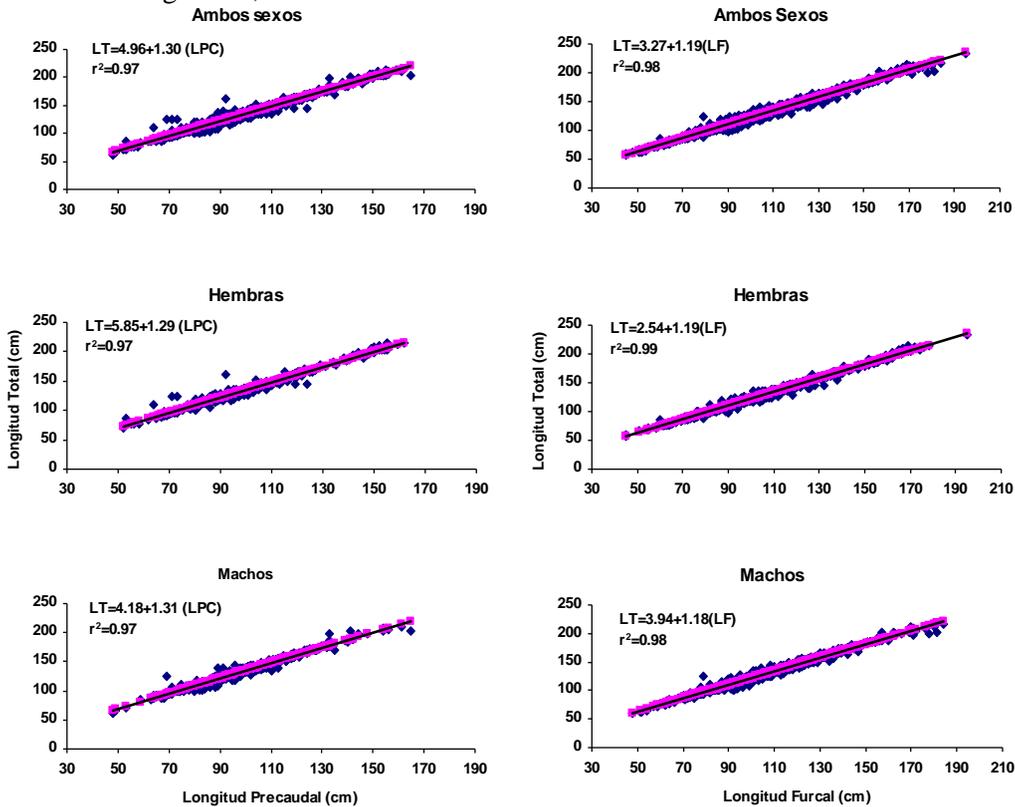


Fig. 24. Relación LPC-LT de *C.falciformis*, capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007.

Fig. 25. Relación LF- LT de *C.falciformis*, capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007.



Tabla 8. Parámetros del modelo de regresión lineal de LPC-LT y LF-LT de *C. falciformis*.

LPC-LT	a	b	r ²	n	LF-LT	a	b	r ²	n
Ambos sexos	4.96	1.30	0.97	855	Ambos sexos	3.27	1.19	0.98	1726
Hembras	5.85	1.29	0.97	363	Hembras	2.54	1.19	0.99	755
Machos	4.18	1.31	0.97	492	Machos	3.94	1.18	0.98	971

REPRODUCCIÓN

Estadios de madurez

La madurez sexual fue determinada a 1727 organismos del tiburón tunero (*C. falciformis*), de los cuales el 92.70% fueron juveniles (II); el 5.96% correspondieron a los adultos (III); el 0.58% fueron neonatos (I) y el 0.75% a hembras preñadas (IV) (Fig. 26a). Considerando al total de hembras (755 organismos), el 92.72% correspondió a hembras juveniles; el 5.17% fueron hembras adultas; el 0.40% a neonatos, mientras que las hembras preñadas registraron solo el 1.72% (Fig. 26b). Para los machos, el 92.70% lo constituyeron los juveniles, el 6.58% fueron adultos y un 0.72% correspondieron a neonatos (Fig. 26c).

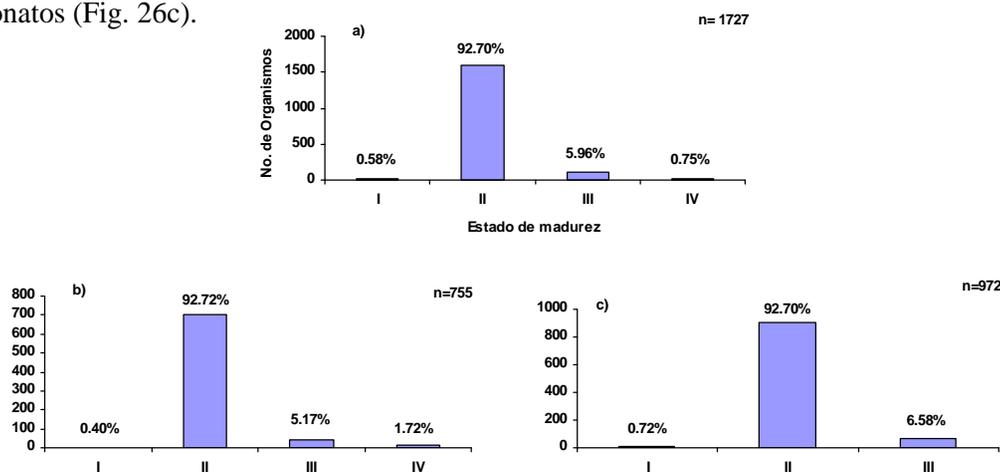


Fig. 26. Estadios de madurez de *C. falciformis*, ambos sexos (a), hembras (b) y machos (c), capturado por la flota palangrera de Mediana Altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006 -abril 2007.

Tallas de primera madurez (Tpm)

Con base al modelo logístico se estimó la talla de primera madurez (Tpm) para hembras (n= 755 hembras) y machos (n= 971). La Tpm calculada para las hembras fue de 170 cm LT (Fig. 27a) con un intervalo de confianza de 169-174; mientras que para los machos la Tpm fue de 169 cm LT (Fig. 27b) con un intervalo de similitud de 166 -169 cm LT.

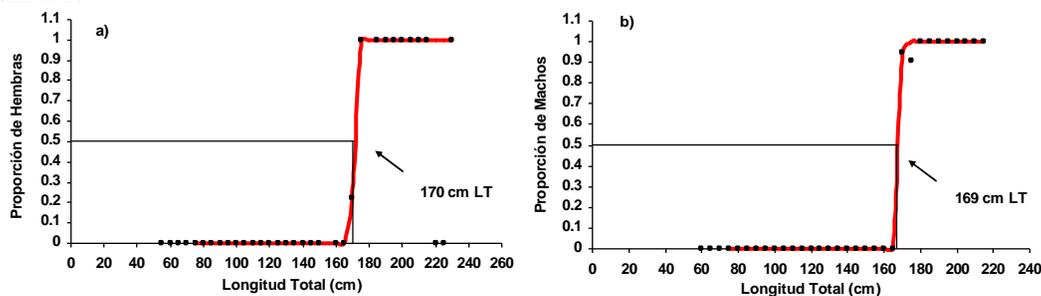


Fig. 27. Estimación de Talla de primera madurez de *C. falciformis* para (a) hembras y (b) machos, capturado en el periodo de abril 2006-abril 2007.



Proporción de hembras preñadas

Del total de hembras registradas en el periodo de estudio, el 1.72% correspondió a hembras preñadas (Fig. 28).

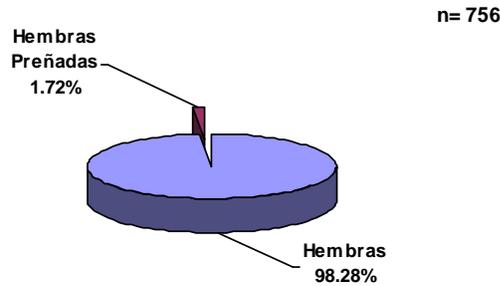


Fig. 28. Proporción de hembras preñadas de *C.falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Se registraron 13 hembras preñadas a todo lo largo del periodo, todas presentaron huevos en desarrollo en el ovario y solo a cuatro se les observó tanto huevos como embriones (Tabla 9). Como se muestra en la figura 9, se presentaron dos picos en los meses de noviembre 2006 y febrero 2007, con cinco y tres hembras respectivamente.

Tabla9. Hembras preñadas (con huevos y/o embriones) de *C. falciformis*, en el periodo abril 2006 a abril 2007.

No.	Fecha	LT	Huevos ovarios	Huevos utero	Presencia embriones
1	20-Jun-06	189	si	no	no
2	25-Jun-06	210	si	no	no
3	20-Jul-06	204	si	no	si
4	04-Nov-06	211	si	no	no
5	23-Nov-06	203	si	no	si
6	23-Nov-06	204	si	no	si
7	25-Nov-06	178	si	no	no
8	27-Nov-06	194	si	no	no
9	25-Ene-07	197	si	no	no
10	28-Ene-07	178	si	no	no
11	18-Feb-07	193	si	no	no
12	19-Feb-07	199	si	no	si
13	21-Feb-07	194	si	no	no

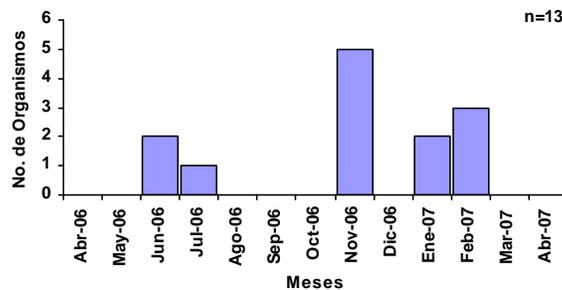


Fig. 29. Abundancia de hembras preñadas de *C. falciformis*, capturadas por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.



Abundancia de neonatos

Durante el periodo de estudio, el 0.58% fueron neonatos con tallas que fueron de 57 a 68 cm de longitud total. Los meses de mayor abundancia se registraron en julio, agosto y diciembre de 2006 (Fig. 30).

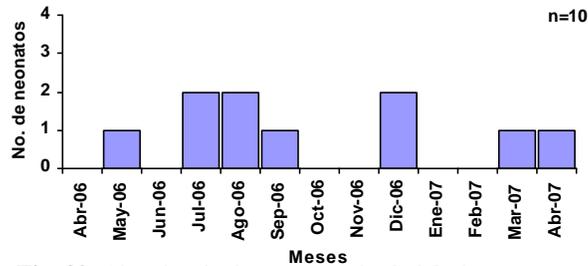


Fig. 30. Abundancia de neonatos de *C. falciformis*, capturados en el periodo de abril 2006-abril 2007.

Fecundidad (número de crías por hembra)

Se registraron 4 hembras preñadas con embriones en los meses de julio, noviembre y febrero con un intervalo de crías de 3-7 por hembra, y promedio de 4.75 ± 0.85 embriones por hembra. La hembra con mayor número de crías tuvo una longitud de 199 cm LT y la hembra con el menor número de crías presentó una talla de 204 cm LT. La talla de los embriones osciló de 30-45 cm LT para los meses en los que se registraron (Tabla 9).

Tabla 9. Número de hembras preñadas con embriones de *C. falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

	Fecha	LT	No. Embriones
1	jul-06	204	4
2	nov-06	203	5
3	nov-06	204	3
4	feb-07	199	7

Época de nacimiento

De acuerdo a los resultados se puede observar que si las hembras preñadas con embriones se presentan en los meses de julio, noviembre y febrero, mientras que los neonatos se observan de julio a septiembre, diciembre y de marzo a abril, esto indicaría que la época de nacimiento sería en el verano y principios de primavera, y posiblemente en invierno, lo anterior basado en las tallas registradas de embriones, tallas observadas de los neonatos, presencia de hembras preñadas y neonatos, y de la información reportada por Marín-Osorno (1992), Soriano-Velásquez *et al.*, (2006); Hinojosa-Álvarez (2007).



Relación de longitud total de la hembra - largo y ancho de la glándula oviducal

La relación entre la longitud total de la hembra con el largo de la glándula oviducal (LT - LGO) y la longitud de la hembra con el ancho de la glándula oviducal (LT - AGO) muestra que el crecimiento de esta glándula es lento en los organismos de tallas por abajo de los 130-150 cm LT y va incrementado su longitud y ancho conforme se acerca la madurez sexual por arriba de los 170 cm LT. El intervalo del largo de la glándula oviducal fue 3-40 mm y el ancho de 3-70 mm (Fig. 31).

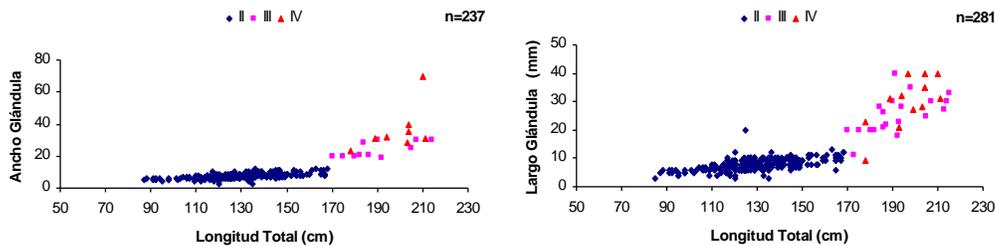


Fig. 31. LT- LGO y LT- AGO de *C. falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col, abril 2006-abril 2007.

Relación de la longitud total de la hembra - largo y ancho del ovario

Aparentemente existe una baja relación entre la longitud de la hembra y el largo de la glándula oviducal (LT-LGO), y la talla del organismo respecto al ancho de la glándula oviducal ya que las hembras de tallas grandes no necesariamente son las que tienen las glándulas oviducal más grandes (Fig. 32). El patrón es similar al del tiburón azul, en ambas especies la falta de observaciones de hembras más pequeñas o más grandes no permite ver con precisión el desarrollo de estas glándulas a medida que las hembras van creciendo. El intervalo de tallas de los organismos es pequeño (165 -215 cm LT) con un intervalo de 50-150 mm de largo del ovario con un coeficiente de determinación de 0.22, mientras que el del ancho del ovario fue de 20-80 mm (Fig. 32) y un coeficiente de determinación de 0.15.

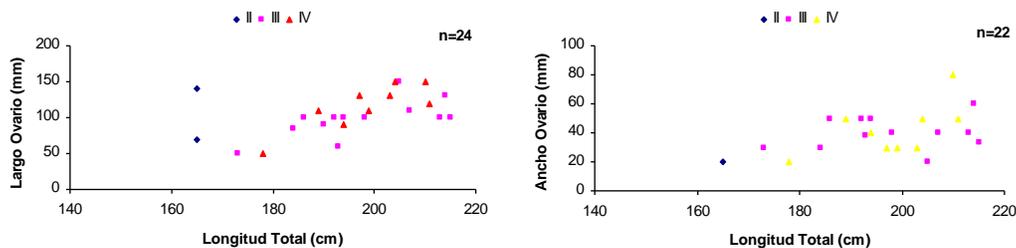


Fig. 32. LT- LOVA y LT- AOVA de *C. falciformis*, capturado del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Los coeficientes de determinación, muestran que existe una baja asociación entre el ancho y largo del ovario con respecto a la longitud de la hembra, pero con favorable grado de significancia ($p= 0.01$ y 0.03 respectivamente).



Relación longitud total del macho - longitud del clasper

El análisis de los datos observados de la relación longitud total (LT) con la longitud del clasper (LCL) indica que el clasper crece lentamente en los primeras etapas de crecimiento de los machos (65-160 cm LT). A medida que éstos se van acercando a la madurez el tamaño del clasper aumenta rápidamente (160-170cm LT), disparándose cuando los organismos alcanzan la madurez sexual entre los 160 -180 de longitud total (Fig. 33).

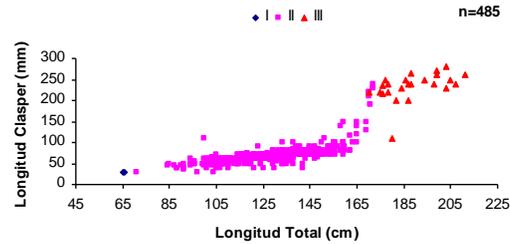


Fig. 33. LT- LCL de *C. falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.

Relación longitud total del macho - largo y ancho del testículo

En la figura 34 se muestra la relación entre la longitud total del macho y el largo de testículo, así como la longitud total del macho respecto al ancho de testículo, en la que se observa que el tamaño de los testículos aumenta lentamente y a partir de los 160 cm de LT en adelante se observa un crecimiento más rápido. Este crecimiento del testículo es similar al del clasper, presentando una curva de tipo sigmoide.

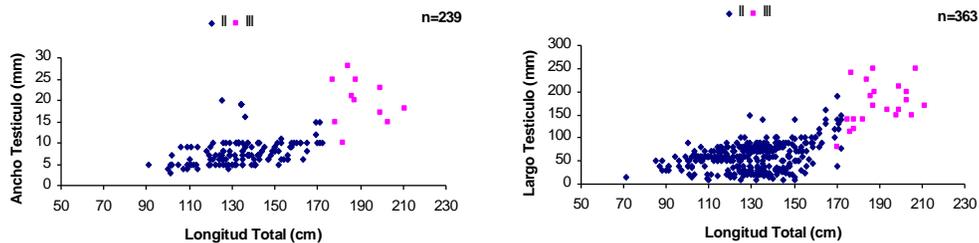


Fig. 34. LT-ATES y LT-LTES de *C. falciformis*, capturado por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Col., abril 2006-abril 2007.



PESQUERÍA

Zonas de pesca

Los pescadores generalmente realizan viajes de pesca de 7 a 10 días cada uno, entre navegación y pesca efectiva. Con frecuencia se alejan de 80 a 150 millas náuticas a partir de la costa; las zonas habituales de la pesca de tiburón están limitadas hacia el Norte con Cabo Corrientes, Jalisco y al Sur con Lázaro Cárdenas, Michoacán, pero siempre perpendicular a la costa dentro de la Zona Económica Exclusiva de México.

Tipo de embarcaciones

El total de las capturas de tiburones desembarcadas en el Puerto de Manzanillo, Col., provienen de las operaciones de la pesca palangrera de la flota de mediana altura, las cuales suman 18 embarcaciones. Las dimensiones de las embarcaciones para la pesca de este recurso tienen de eslora entre los 9 y 14 metros, con una manga (ancho mayor de la lancha) de 3 a 4 metros; una capacidad de bodegas de 4 a 5 toneladas. En general poseen una capacidad de navegación de 7 a 10 días, desplazándose mediante motores estacionarios (Foto 2).



Foto 2. Embarcaciones de mediana altura del puerto de Manzanillo Col.

Artes de pesca

El arte de pesca utilizado para la pesca del tiburón es el palangre de superficie por lo que su construcción es de nylon monofilamento; la línea madre de monofilamento de 3 a 4 mm, mide en promedio 20 millas (Foto 3) y los reinales entre 8.5 y 9 metros, lo cual depende del pescador. Cada embarcación lleva un palangre con anzuelos tipo circular de abertura de 10° a 0° de desviación de la punta respecto al asta o caña. (también se le conoce como garra de águila) y anzuelos tipo recto (llamado también J), estos son ordenados en 2 cajas de fibra de vidrio.



Foto 3. Carrete hidráulico para la línea madre de las embarcaciones palangreras del puerto de Manzanillo, Col.



La forma en la que trabaja el palangre es por cada 4 o 5 anzuelos se tira una boya y por cada 14 boyas una bandera, esta es una boya un poco más grande hecha con unicel, palos de carrizo y bolsas negras de plástico, lastrada por objetos pesados como motores o pedazos de barco en general desechos que se encuentran en muelle.

Operaciones de pesca

Los viajes de pesca para el tiburón inician con lo que denominan “cargar” en el muelle (preparación del viaje). Por lo general el capitán junto con el permisionario van a la compra de las provisiones para el viaje (comida, bebidas, jabón, utensilios para la cocina o de limpieza de la embarcación que se requiera). Los marineros se encargan de ir por hielo, carnada y el diesel, posteriormente los suben a la embarcación, la preparación del viaje dura un día, y salen al siguiente.

La salida es alrededor de las 9 de la mañana, nunca después del medio día para navegar todo el día y la noche. La navegación se reparte entre todos los tripulantes en guardias de un promedio de 3 hrs comenzando por el capitán. En la madrugada más o menos cuatro de la mañana del segundo día llegan al caladero (sitio donde pescan), donde paran el barco y los marineros preparan la carnada, las boyas y los banderines para tirar el palangre. Como el palangre mide alrededor de unas 20 millas el barco avanza un promedio de 6 millas/hr, así que el lance dura alrededor de 3 a 4 hrs. Al terminar se prepara el desayuno para después dormir hasta la hora de la comida; alrededor del medio día toda la tripulación se levanta y realizan diferentes labores, unos la comida, otros el mantenimiento del equipo (motor), algunas veces se comunican con otras embarcaciones que se encuentren cerca. Una vez que termina la hora de la comida preparan el cobrado del palangre, el cual inicia alrededor de las 2 de la tarde y dura alrededor de 7 horas dependiendo de la marejada, de la captura, de cuantas rupturas tenga la línea madre, etc. Al terminar el cobrado el capitán prepara la cena mientras que los marineros enhielan la pesca del día, al terminar la tripulación se cambia y se lava para cenar. Cuando ha terminado la cena se inicia nuevamente las operaciones de navegación, dependiendo la captura del día se navega hasta las 4 de la mañana del día siguiente o solo un par de horas, la primera guardia la toma el capitán mientras el resto de la tripulación duerme.

Si las condiciones de la embarcación y de la tripulación son las adecuadas y además el clima lo permite, las operaciones de pesca continuarán con el mismo ritmo de trabajo del primer día hasta que termine el viaje. Si en un viaje se realizan de 5 -6 lances significa que hubo una muy buena pesca, ya que la captura es más de tonelada y media de tiburón (aunque esto no es muy frecuente) y de 7 -10 lances si la pesca no ha sido la deseada.

Más o menos en el cuarto o quinto día toda la tripulación se baña. Las operaciones en el último día de viaje después del lance son enhielar el producto de la pesca, suben la última bandera y cuando han terminado la embarcación “corre” (este término lo utilizan los pescadores para decir que regresan al puerto de Manzanillo). Un punto de referencia para visualizar el muelle es el faro de Manzanillo, y por lo general llegan alrededor de las 10 de la mañana dependiendo de los sitios de pesca. En el muelle descargan a los tiburones, dorado y otras especies de pico, separan a los animales por especie, los pesan y finalmente venden el producto al comprador que esta esperando en el muelle. Si el barco esta en buenas condiciones descansan un día y el siguiente cargan e inician otro viaje de pesca; pero si el barco no esta en buenas condiciones será necesario darle mantenimiento y saldrá de viaje hasta que se encuentre en buen estado.



Desembarque y procesamiento de capturas

No todos los permisionarios son dueños de embarcaciones, pero aquellos que tienen lanchas cubren todos los gastos que involucran los viajes de pesca (diesel, carnada, artes de pesca, hielo, provisiones de los tripulantes, etc.), así como del mantenimiento de la misma. Por lo general, la tripulación está compuesta por el capitán y dos marineros (pescadores), de los cuales uno es el encargado de cubierta y el otro es nombrado marinero.

Las actividades que realizan los pescadores una vez que llegan a puerto y desembarcado el producto son las siguientes: Primero se moja el piso a chorro de manguera, esto con la finalidad de mantener frescos a los tiburones una vez que han sido bajados del barco, Posteriormente colocan petates de palma mojados. Enseguida acomodan a los tiburones por especie. El dueño de la embarcación pesa a los organismos de acuerdo a la calidad y precio del producto, es decir inician con el de mayor valor que es el tiburón tunero (*C. falciformis*), siguen con el tiburón aguado o azul (*P. glauca*) y finalmente con otros tiburones como el tiburón chato (*C. leucas*), tiburón puntas negras (*C. limbatus*), tiburón aleta blanca (*C. longimanus*) y tiburón zorro (*A. pelagicus*). Por último pesan a los organismos de las especies reservadas a la pesca deportiva. Una vez que ha sido pesado el producto, los tiburones se van enhielando en camiones que son propiedad de los permisionarios para ser comercializados en la Cd. de Guadalajara; mientras que para las especies de pez vela, marlines y dorado, el comercio es local, es decir se queda para su venta en Colima.



Discusiones

Durante el periodo de estudio que comprendió de abril de 2006 a abril de 2007 se registraron 9 especies de tiburones capturadas por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Colima, de las cuales las más importantes fueron el tiburón tunero (*C. falciformis*) representando el 88.12% de la captura total y el tiburón azul (*P. glauca*) con el 8.21%. Los picos de abundancia para el tiburón tunero se presentaron en otoño y primavera, mientras que para el tiburón azul fue en primavera, verano y principios de otoño. Por lo tanto, se puede observar que ambas especies coinciden en una mayor abundancia durante la primavera.

El análisis de la información sobre el tiburón azul (*P. glauca*) muestra que las capturas inciden principalmente en organismos adultos con el 78.88%, en su mayoría representada por hembras, con una proporción de sexos de 1H: 0.73M. Observándose que durante el invierno predominan los juveniles y en menor proporción hembras adultas, lo cual coincide con Pratt (1979) quien menciona que en las capturas de tiburón existe una dominancia de sexos, o de tallas, lo que indudablemente señala la segregación por talla y sexo de algunas especies de tiburones de la familia *Carcharhinidae*, como el tiburón azul. Sin embargo, Trincas (1977) reportó para el tiburón azul, una mayor abundancia y talla más grandes en el periodo de invierno para hembras y en verano para machos. Para esta especie fue muy característica la presencia de juveniles prácticamente solo en invierno, y una ausencia de neonatos en todo el periodo de estudio, lo que podría ser un indicador de que no coinciden las zonas de pesca con las zonas de crianza para esta especie, en donde opera la flota de mediana altura de Manzanillo para la pesca de tiburones.

El tiburón azul presenta dimorfismo sexual, ya que las hembras alcanzan tallas más grandes que los machos. La estructura de tallas para las hembras (77 -274 cm LT) fue más amplia que la de machos (123-262 cm LT), probablemente esto se debe a que las áreas de pesca no coinciden con las zonas donde se encuentran organismos con tallas por debajo de los 120 cm.

Los valores de los coeficientes de determinación obtenidos de las regresiones lineales entre la longitud precaudal-longitud total (0.85), y la longitud furcal-longitud total (0.88) indican un alto grado de asociación, considerándose esta última como la más adecuada a utilizar para aquellos organismos que presentan algún daño en su aleta caudal o bien lleguen en troncho, lo que permitirá estimar la longitud total.

En el presente estudio se estimó una talla de primera madurez (Tpm) tomando en cuenta no solo el tamaño del clasper sino también su calcificación, vascularización y rotación del mismo, además de la coloración y tamaño de los testículos, como lo sugiere Pratt y Otake (1990), por lo que la madurez sexual es determinada por las características de estas estructuras ya que el crecimiento del clasper y testículos es lento respecto a la talla del animal (Compagno, 1984). En el caso de las hembras se consideraron las cicatrices de mordeduras en el cuerpo y aletas pélvicas de los organismos, el color y tamaño del ovario y glándulas oviducuales. De acuerdo a lo antes mencionado se estimó la talla de primera madurez para el tiburón azul de 175 cm LT tanto para hembras como para machos, considerando que el 50% de la población es madura. Esta Tpm estimada es igual a la registrada de la hembra preñada más pequeña (175 cm). La talla de madurez obtenida y observada en este estudio, se encuentra por debajo de las reportadas por otros autores en diferentes regiones del Pacífico Norte (Tabla 10), esto probablemente se



debe a que en esta región las aguas son mas templadas por las corrientes que bajan del Norte mientras que hacia el Pacifico Centro Sur las aguas son más cálidas por la corriente ecuatorial lo que podría suponer que los organismos en estas zona maduran a tallas menores a aquellas poblaciones que se encuentran mas hacia el norte.

Tabla 10. Parámetros reproductivos del tiburón azul (*P. glauca*) en el Océano Pacífico

AUTORES	AREA DE ESTUDIO	Tpm (cm)			Epm (años)		CRIAS			Periodo gestación (meses)	Epoca apareamiento	Epoca nacimiento	Ciclo reproducción
		A.S.	H	M	H	M	Talla nac	# CRIAS	media				
Cruz, 2008 (presente estudio)	Manzanillo		175	175				5-52	29.89				Bianual consecutivo
Castro, 1983	Pacifico Norte	220					40-51	25-50 135 max		9-12	Verano	Finales de primavera y principios de verano	
Nakano, 1994	Pacifico Norte Pacifico Central		200 208-247	185 ^a	5-6	4-5	40-50	1-62	25.6	12		Finales de primavera y principios de verano	
Mendizabal y Oriza et al., 2000	Pacifico Central México						39 ^b	10-60					
Furlong-Estrada, 2000	La Paz, BCS	220				6-7 (ambos sexos)							
Reyes-Gonzalez, 2001	La Paz, BCS				2-3	2-3							
Cailliet y Bendford, 1983	Costa de California	220 ^c			6-7	5-6 ^c E _{max} = 20	34-63			9-12			
Castro, 1993	Suroeste de los E.U.												
Castro y Mejuto, 1995	Golfo de Guinea						28-54	4-74 183 max	37				
Bigelow y Schroeder, 1949			213-243					28-54					
Strasburg, 1958			214 ^d				34-48					Verano	
Gubanov y Grigoryev, 1975								>175					
Pratt, 1979				153-183 ^e						12			
Compagno, 1984			182-281	173-221			35-44	4-135		9-12			
Taylor, 1998								4-134					
Castro et al., 1999								28-54					
Ferrari, 2000							40-51						
FAO: World		250			4-5			4-135					

Nota:

^a La estimación de la talla de madurez se basó en el desarrollo del clasper.

^b El autor da la talla mínima para hembras (155 cm LF) y para machos (161 cm LF) en longitud furcal y en el cuadro se estimo la longitud total.

^c Los machos maduran primero (4-5 años) y las hembras un año despues.

^d La hembra grávida más pequeña.

^e La talla se refiere a longitud furcal (LF)

Se observó que el número de crías o la talla promedio de los embriones no depende del tamaño de la madre, ya que hubo hembras de la misma talla con un reducido número o con un gran número de crías. La fecundidad fue de 5 -52, lo cual concuerda con Castro (1983), aunque este autor menciona como máximo 135 crías, mientras que Nakano (1994) y Mendizábal y Oriza et al., (2000), reportaron una fecundidad de 1-62 crías y de 10-62 crías respectivamente lo cual nos muestra que los resultados de este estudio se encuentran dentro de estos intervalos; sin embargo, estas diferencias (no son iguales) posiblemente se deban a que durante la captura de los organismos, estos expulsan a sus crías por lo que solo se puede tener una fecundidad relativa. Es probablemente el tiburón azul el más prolífico de los tiburones grandes (Castro, 1993).

Las hembras poseen dos ovarios, pero en la mayoría de las especies vivíparas solo uno predomina y es funcional; que pueden ser pequeños tanto en hembras juveniles como en adultas (Hamlett y Koob, 1999). De acuerdo a Castro y Wourms (1993), la estructura de las glándulas oviducuales del tiburón azul es similar a la de otros carcharhínidos, y se observó que no existe una relación entre estas glándulas y la talla de la hembra, ya que hembras inmaduras y maduras presentaron glándulas pequeñas, éstas últimas se asume que habían pasado por la ovulación como se observó en los meses de abril a julio; en cambio las glándulas oviducuales incrementaron su tamaño a casi el doble cuando contenían huevos fértiles listos para ovular. También en estos meses se observaron hembras con huevos o embriones en sus úteros.



En el presente trabajo, el tiburón azul (*P. glauca*) presenta un ciclo bianual consecutivo, con un periodo de descanso de un año (resting) que le permitirá acumular las reservas necesarias para la producción de ovocitos grandes para posteriormente llevar a cabo la ovulación seguida de un periodo de gestación de 9-12 meses. Con base a la información obtenida se considera que el periodo de descanso del tiburón azul podría haber iniciado en junio de 2005 y terminado en junio de 2006, presentándose la ovulación a finales de la primavera del 2006 y el apareamiento posiblemente fue a principios del verano de 2006. Se observó que las hembras preñadas contenían huevos maduros en los ovarios y huevos en los úteros, aunque a simple vista no se observaron embrioncitos en los huevos. Se presume que el periodo de gestación para el tiburón azul inició a finales del verano de 2006 ya que se encontraron embriones en los úteros con un intervalo de talla de 5.4-18.6 mm, por lo cual se podría suponer que estos organismos llevaban 2 meses de gestación y nacerían para el verano del 2007, esto coincide con los reportados por diversos autores que mencionan que el periodo de gestación es de 12 meses (Tabla 10). Strasburg (1958) y Nakano (1994) mencionan la presencia de neonatos (recién nacidos) de tiburón azul en verano, por su parte Castro (1983) reporta el apareamiento en verano y la época de nacimiento (neonatos) a finales de primavera y principios de verano. Durante el periodo de estudio no se registraron hembras con embriones de talla mayores a los 19 cm LT debido a que probablemente las zonas de pesca por la flota de mediana altura de Manzanillo no coinciden con las áreas de crianza las cuales se localizan en aguas oceánicas abiertas a latitudes altas.

El tiburón tunero *C. falciformis*, presentó una mayor abundancia en el periodo de estudio con respecto al tiburón azul, considerada esta especie como la que sostiene la pesquería de mediana altura del puerto de Manzanillo. Los picos de abundancia de esta especie se observaron en los meses de diciembre de 2006 y abril de 2007 (invierno y primavera), incidiendo principalmente en organismos juveniles con un bajo porcentaje de neonatos probablemente debido a que las zonas de pesca no coinciden con las zonas de crianza ya que la flota opera entre las 85-185 m.n. y las áreas donde alumbra esta especie quizás estén más cercanas a la costa. El tiburón tunero presenta dimorfismo sexual y la estructura de tallas observada es mucho más amplia que la del tiburón azul, ya que para las hembras se registran tallas desde 57-234 cm LT mientras que los machos van de 61 a 217 cm LT, observando que éstos presentan la longitud máxima menor a las hembras durante el periodo de estudio. La estructura de tallas depende de las capturas comerciales por las zonas de pesca que eligen los pescadores, de tal forma que las tallas de los organismos varían dependiendo de la ubicación de esas zonas, así como de las profundidades a las que operan sus artes de pesca, aunado a los hábitos alimenticios y reproductivos de las especies de tiburones; ya que algunos son más costeros, o más oceánicos, o se encuentran en la superficie (columna de agua) o a mayores profundidades.

Los valores de los coeficientes de determinación obtenidos de las regresiones lineales entre la longitud precaudal-longitud total (0.97), y la longitud furcal-longitud total (0.98) indican un alto grado de asociación, considerándose esta última como la más adecuada a utilizar para aquellos organismos que presentan algún daño en su aleta caudal o bien lleguen en troncho, lo que permitirá estimar la longitud total.

La talla de primera madurez (Tpm) para el tiburón tunero fue estimada tomando en cuenta las características externas e internas de los animales ya mencionadas para el tiburón azul. Estimando una talla de primera madurez de 170 cm LT para hembras y



para machos de 169 cm LT, considerando que el 50% de la población es madura. Las tallas por debajo de los 160 cm LT fueron organismos juveniles. La talla de madurez estimada en el presente estudio es muy similar a lo reportado por Soriano -Velásquez *et al.*, (2006), Zea-De la Cruz (2007) y Del Rosario (1998), mientras que con las reportadas por Oshitani *et al.*, 2003 y Hoyos-Padilla (2003) se encuentra por debajo. Algunos autores mencionan como talla de primera madurez a la hembra preñada más pequeña, según el criterio de Gubanov; en el presente estudio fue de 178 cm LT, la cual se encuentra por arriba de las reportadas por Ronquillo-Benítez (1999), Galván-Tirado (2002) y Chong-Robles (2003) en el Pacífico Sur (Tabla 11). La Tpm resultó ser menor a las reportadas probablemente a que las aguas de la región del Pacífico Norte son más templadas por las corrientes que bajan del Norte mientras que hacia el Pacífico Centro - Sur las aguas son más cálidas por la corriente Ecuatoriana lo que podría suponer que los organismos en estas zona maduran a tallas menores a aquellas poblaciones que se encuentran más hacia el norte. Por otra parte, también podría deberse a que las especies sometidas a intensas presiones de pesca pueden alcanzar la madurez sexual a tallas menores compensando así el abatimiento del stock, ya que al parecer la mayoría de los carcharhínidos maduran según las condiciones de temperatura de su hábitat, madurando a tallas menores los que se encuentran en zonas cálidas que las de zonas templadas (Hoening y Gruber, 1990).

Tabla 11. Parámetros reproductivos del tiburón tunero (*Carcharhinus falciformis*) en el Océano Pacífico.

AUTORES	AREA DE ESTUDIO	Tpm			Epm		CRIAS			Epoca apareamiento	Periodo gestacion (meses)	Epoca nacimiento	Ciclo reproducción
		A.S.	H	M	H	M	Talla nac.	# CRIAS	media				
Cruz, 2008 (presente estudio)	Manzanillo		175	169				3-7	4.75				Bianual Concurrente
Castillo et al. 1997	Oceano Pacifico		160-220	175-200									
Marquez-Farías et al., 1998	Oceano Pacifico		212	175									
Cadena-Cárdenas y Villavicencio-Garayzar, 2000	Golfo de California	178					70				12		
Hoyos-Padilla, 2003	La Paz BCS		180	180						julio-noviembre			
Ronquillo-Benitez, 1999	Golfo de Tehuantepec		140*	195			50-83				12		
Galván-Tirado, 2002	Golfo de Tehuantepec		128*	180			57						
Soriano-Velásquez et al., 2006	Golfo de Tehuantepec		177	168			50-68	2-7			11-12	Todo el año, picos en verano (julio-septiembre) y menor marzo-abril	
Zea-De la Cruz, 2007	Golfo de Tehuantepec		177	168	6-7 años		50-53						
Hinojosa-Álvarez, 2007	Salina Cruz, Oaxaca											junio -agosto	
Chong-Robles, 2003	Chiapas	140*											
Oshitani et al., 2003	Oceano Pacifico Costas de Japon		193-200	186	6-7 años								
Castro, 1993	Suroeste de los E.U.			330	6 años		65-81						
Marquez y Ruiz, 1997	Guatemala		190	235									
Del Rosario, 1998	Guatemala		176	178									

Nota:
* Talla de madurez obtenida por los autores tomando en cuenta a la hembra preñada más pequeña, según en criterio de Gubanov

El tiburón tunero respecto al tiburón azul presenta una menor fecundidad por lo que es considerada una especie más vulnerable a la explotación. La fecundidad estimada fue de 3-7 crías por hembra, semejante a lo mencionado por Soriano -Velásquez *et al.*, 2006 para el Golfo de Tehuantepec; y dentro de lo que reportan Marín -Osorno, (1992) de 7-9 crías para el Golfo de México, mientras que Compagno (1984) y Bonfil (1990) de 2-14 crías; estas diferencias posiblemente se deben a que las hembras preñadas expulsan a sus crías por el estrés que sufren durante las operaciones de pesca.

Las hembras poseen dos ovarios pero solo uno es funcional; esto coincide con lo registrado por Hamlett y Koob (1999) quienes reportan que el ovario derecho es el productor de huevos ovulables, folículos en desarrollo en varias etapas; mientras que la glándula oviducal como en otras especies vivíparas crecen en relación con el desarrollo folicular, llegando a su tamaño máximo antes de la ovulación y disminuyendo después



de la ovulación. Lo cual coincide con lo observado en el presente estudio, ya que en los primeros años de vida de las hembras hay un incremento gradual de las glándulas oviduciales respecto la talla del organismo y conforme se acerca a su madurez sexual se observa un rápido aumento en el tamaño de las glándulas. En cuanto al ovario; este contenía huevos en diferentes etapas de desarrollo, al mismo tiempo que en los úteros se encontraban embriones en etapa de desarrollo avanzado (30 -45 cm LT).

Respecto a los machos el testículo presenta un crecimiento gradual y es mucho más largo que el del tiburón azul llegando a medir 190 mm en organismos de 170 cm LT y 100 mm en organismos de 125 cm LT. Esto se puede explicar por el hecho de que en ciertas épocas del año los testículos pueden aumentar de tamaño llegando incluso a representar el 4% del peso total del macho (Dodd, 1983). El crecimiento del clasper fue lento de los 65-165 cm LT, con una zona de transición de los 165 -175 cm LT en el que se observaron organismos inmaduros y maduros. Por lo que la talla de primera madurez estimada fue 169 cm LT.

Con base a la información disponible es probable que el tiburón tunero lleve a cabo un proceso concurrente para su reproducción, debido a que la ovulación y gestación parece efectuarse de manera simultánea, es decir en el transcurso de un año tanto los huevos (oocitos) contenidos en el ovario como los embriones en el útero se desarrollan al mismo tiempo; una vez que alumbran las hembras se da el apareamiento y los huevos ya maduros se fecundan e inicia nuevamente el desarrollo embrionario (periodo de gestación), lo cual concuerda con lo reportado por Marín-Osorno (1992), Hoyos-Padilla (2003), Hinojosa-Álvarez (2007) y Soriano-Velásquez *et al.*, (2006). Por lo tanto, en el presente estudio se presume que el periodo de gestación para los embriones observados en los meses de julio, noviembre de 2006 y febrero de 2007, posiblemente inició a principios de primavera y verano del 2006. Y la época de alumbramiento probablemente podría darse a principios de primavera y verano de 2007, considerando que los embriones tuvieron tallas de 30-45 cm LT y la abundancia de neonatos fue en los meses de julio-agosto, diciembre y enero-febrero. Esto coincide con lo reportado por Soriano -Velásquez *et al.*, (2006), que la época de nacimiento ocurre durante todo el año con dos picos; uno con mayor intensidad en el verano (julio -septiembre) y otro de menor intensidad a principios de primavera (marzo -abril).



CONCLUSIONES

La composición de las capturas de tiburones de la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo esta constituida por nueve especies de las cuales el tiburón tunero (*Carcharhinus falciformis*) y el tiburón azul (*Prionace glauca*) sostienen la pesquería con el 88.12% y el resto de ellas participan con el 8.21%.

El tiburón azul (*P. glauca*) se registró durante todo el periodo de estudio, con una mayor abundancia en el mes de abril y septiembre de 2006. La abundancia de esta especie mostró dos picos uno en primavera (marzo-abril) y otro a finales de verano-principio de otoño (julio-septiembre).

El tiburón tunero (*C. falciformis*) también fue registrado en todo el estudio con una mayor abundancia en otoño (noviembre-diciembre 2005) y principios de primavera (marzo-abril 2006). Esta especie es la que sostiene básicamente la pesquería de esta zona participando con el 88.12% de la captura total.

La estructura de tallas de *P. glauca* en hembras fue de 77-274 cm LT, promedio de 196.63 ± 3.46 cm y para los machos de 123-262 cm LT con promedio de 198.73 ± 4.05 cm. La pesca incide principalmente en los organismos adultos con el 56.52% mientras que en los juveniles con el 21.12%. La proporción de sexos en adultos fue de 1H: 0.69M y para los juveniles fue de 1H: 0.89M.

La estructura de tallas del tiburón tunero para hembras fue de 57-234 cm LT; con promedio de 130.52 ± 0.98 cm y para los machos de 61-217 cm LT; promedio de 130.53 ± 0.77 cm. La captura incide principalmente en los organismos juveniles (92.70%) mientras que los adultos representaron aproximadamente el 5.96%. La proporción de sexos fue de 1H:1.29M.

Para ambas especies, la relación longitud furcal-longitud total resultó la medida mas adecuada para estimar la longitud total en aquellos organismos que presenten algún daño en su aleta caudal o bien lleguen en troncho.

La talla de primera madurez para el tiburón azul fue de 175 cm LT para hembras y machos, considerando que el 50% de la población es madura. Esta Tpm coincidió con la hembra preñada más pequeña observada (175 cm) durante el periodo de estudio.

La talla de primera madurez para el tiburón tunero fue de 170 cm LT para hembras y de 169 cm LT para machos, considerando que el 50% de la población es madura. Las tallas por debajo de los 160 cm LT fueron organismos juveniles.

En el tiburón azul, *P. glauca*, predominaron los adultos (56.52%) respecto a los juveniles (21.12%) y hembras preñadas (22.36%). La fecundidad estimada fue de 5-52 crías con promedio de 29.89 ± 5.83 crías por hembra. Mientras que para el tiburón tunero, *C. falciformis*, dominaron los juveniles (92.70%) con un bajo porcentaje de adultos (5.96%), neonatos (0.58%) y hembras preñadas (0.75%). La fecundidad estimada fue de 3-7 crías con promedio de 4.75 ± 0.85 crías por hembra. El número de crías o la talla promedio de los embriones para ambas especies no depende solamente del tamaño de la madre, ya que hubo hembras de la misma talla con un reducido número o con un gran número de crías.



El tiburón azul (*Prionace glauca*) es probable que presente un ciclo bianual consecutivo, con un periodo de descanso de un año (resting) que le permite acumular las reservas necesarias para la producción de ovocitos grandes y un periodo de gestación de 9-12 meses. Se presume que el periodo de descanso del tiburón azul podría haber iniciado en junio de 2005 y terminado en junio de 2006, presentándose la ovulación a finales de la primavera de 2006 y el apareamiento posiblemente fue a principios del verano de 2006. Es probable que el periodo de gestación inició a finales del verano de 2006 y la época de nacimiento sería en el verano de 2007.

El tiburón tunero (*Carcharhinus falciformis*) presenta un ciclo reproductivo concurrente debido a que la ovulación y gestación se lleva a cabo simultáneamente. Se presume que el periodo de gestación dio inicio en verano del 2006 y la época de alumbramiento sería a principios de primavera y en el verano de 2007.

Las zonas de pesca por la flota de mediana altura de Manzanillo no coinciden con las áreas de crianza para el tiburón azul mientras que para el tiburón tunero es probable que se encuentre una zona de alumbramiento y crianza cercana a la zona de pesca.



BIBLIOGRAFÍA

Andrade-González, Z. S. 2005. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en el océano Pacífico Oriental. Tesis de Maestría. INP, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas Departamento Pesquero y Biología Marina. La Paz Baja California Sur. 121 pp.

Applegate, S. P., L. Espinosa., L. B. Manchaca & F. Sotelo. 1979. Tiburones Mexicanos. Subsecretaría de Educación e Investigación. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. México, D.F. 144 pp.

Bigelow, H. B. & W. C. Schroeder. 1948. Sharks. *En: Fishes of the western North Atlantic*, A. E. Parr and Y. H. Olsen (Ed). Sears Found Mar. Res., Yale Univ. Men. 1: 59-546.

Bonfil, R. D. de Anda & R. Mena. 1990. Shark Fisheries *En México: the case of Yucatán as an example*. NOAA Tech. Rep. NMFS. 90: 427-441.

Bonfil, S. R., D. de Anda & A. R. Mena. 1993. Biological Parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis* from the Campeche Bank, México. *En: Conservation Biology of Elasmobranchs*. NOAA Technical Report NMFS 115: 73-86.

Branstetter, S. 1981. (Notas biológicas de los tiburones del norte y centro del Golfo de México). *Contribución in Marine Science*. 24: 13-34.

Branstetter, S. & D. McEachran. 1986. Age and growth of four carcharhinid shark common to the Gulf of Mexico: a summary paper. *En: Uyeno, T., R. T. Taniuchi, & K. Matsuura (Eds.). Indo Pacific fish biology: proceedings of the second international conference on Indo Pacific fishes*. Ichthyol. Soc. Japan, Tokyo . 361-371 pp.

Calliet, G. M. & D. W. Bedford. 1983. The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries a review. *CalCOFI Rep*. XXIV: 57-69.

Cardena-Cárdenas, L. & C. J. Villavicencio-Garayzar. 2000. Reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, in the central Gulf of California. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Laboratorio de Elasmobranchios. *En: American Elasmobranch Society 16th Annual Meeting June 14 -20, 2000 La Paz, B. C. S., México*.

Castillo-Géniz, J. L. 1990. Shark Fisheries and Research in México. A review. *CHONDROS*. 2(1):1-2.

Castillo-Géniz, J. L. 1992. Diagnóstico de la Pesquería de Tiburón de México. INP-Secretaría de Pesca, México. 76 pp.

Castillo-Géniz, J. L., A. del Prado-Vera, S. R. Soriano-Velásquez, F. Sancho-Vázquez, F. Márquez-Farías. y C. Ramírez-Santiago. 1997. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal del tiburón en Puerto Madero, Chiapas. Evaluación de recursos pesqueros. INP. SEMARNAP. Primer informe anual. (documento interno).



Castillo-Géniz, J. L., J. F. Márquez-Farías, M. C. Rodríguez de la Cruz, E. Cortés & A. Cid del Prado-Vera. 1998. The Mexican artisanal shark Fishery in the Gulf of México: towards a regulated fishery. *Marine and Freshwater Research*. 49, 611 -620.

Castro-Aguirre, J. L. 1965. Primer registro de los dos elasmobranquios en aguas mexicanas. *Anal. del Inst. Nal. de Invest. Biológico -Pesqueras*.

Castro-Aguirre, J. L. 1967. Contribución al estudio de los tiburones de México. Tesis de Licenciatura. IPN, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 262 pp.

Castro, J. I. 1983. *The Sharks of North American Waters*. Texas A and M. University Press, Collage Station, Texas. 179 pp.

Castro, J. I. 1992. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the nurseries of the southeastern coast of the United States. *En: Environmental Biology of Fishes*. 38: 37-48.

Castro, J. I. 1993. The shark Nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a Review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *En: Environmental Biology of Fishes*. Kluwer academic Publishers, editores. Holanda. 38: 37 -48.

Castro, J. I. & J. Mejuto. 1995. Reproductive parameters of blue Shark, *Prionace glauca*, and other sharks in the Gulf of Guinea. *Mar Freshwater Res*. 46:967 -973.

Castro, J. I. & J. Woodley & R. L. Brudek. 1999. A preliminary evaluation of the status of shark species. Blue shark (*Prionace glauca*). *FAO Fish. Tech Paper* 380:53-54.

Castro, J. L. & P.J. Wourms. 1993. Reproduction, placentation and embryonic development of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*. *J. Morph*. 218: 257-290.

Chong-Robles, J. & Ma. Del C. Alejo-Plata. 2002. Aspectos biológico-pesqueros del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* en Puerto Angel, Oaxaca. VIII Congreso Nacional de Ictiología. UMAR. Puerto Angel, Oaxaca, México. 134 pp.

Clark, E. & K. Von Schmidt. 1965. Sharks of the Central Gulf Coast of Florida. *Bulletin of Marine Science*. 15 (1): 13-83.

Compagno, L. J. V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop*. Rome. (125) 4:251-655.

Daniel, W. W. 2002. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa, México. 485 pp.

De la Lanza-Espino. G. 1991. Oceanografía de los mares de México. Editor, S. A., México, D.F. 569 pp.



Del Rosario, R. C. 1998. Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del tiburón blanco *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) de las costas del Pacífico de Guatemala. Tesis profesional. Universidad San Carlos de Guatemala. CEMA. 74 p p.

Domínguez-Arellano, A. P. 2003. Algunos aspectos reproductivos del tiburón coyotito (*Nasolamia velox*) en el Golfo de Tehuantepec del periodo 1996-2001. Tesis profesional. UNAM. Fac. Biología. México. 70 pp.

Dodd, J.M. 1983. Reproduction in Cartilaginous fishes (Condrichthyes), 31 -86. *En*: Hoar, W.S. y D.J. Randall (Eds.) Fish Physiology. Academic Press, Inc. New York, E.U.A.

Ferrari, A. & A, Ferrari, 2000, Todo escualos. Ed. Grijalbo. 256 pp.

Furlong-Estrada, E. 2000. Caracterización de la captura de tiburón azul (*Prionace glauca*). (*Linnaeus, 1758*). Descargado en Ensenada B. C. Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada. 61 pp.

Galván-Tirado, C. 2002. Descripción biológica pesquera de la captura comercial de Tiburón en Puerto Madero, Chiapas. Tesis Profesional. UNAM, Div. Ciencias Biológicas. México D.F. 67 pp.

Giacomo-Sietze Palavicini de Witte, C. R. 2002. Análisis de edad y crecimiento de neonatos y juveniles de tiburón azul, (*Prionace glauca*). Tesis Profesional. UABC, Fac. De Ciencias del mar. Ensenada. 28 pp.

Gubanov, Ye. P. & V. N. Grigor'yev.1975. Observation on the distribution and biology of the blue shark *Prionace glauca*, (Carcharhinidae) of the India Ocean. *Vopr. Ikhtion.* 15:43-50.

Guvanov, Y. P. 1978. The reproduction of some species of pelagic sharks from the equatorial zone of the Indian Ocean. *J. Ichthyology.* 18(5):781-792.

Hamlett, W.C. & T. J. Koob. 1999. Female reproductive system, 398 -443. *En*: Hamlett, W.C. (Ed.) Sharks, skates and rays the biology of elasmobranch fishes. The Johns Hopkins Univ. Press, E.U.A.

Hernández-Carballo, A. 1971. Pesquerías de los tiburones en México. Tesis Profesional. INP, Esc. Nacional de Ciencias Biológicas. México. 123 pp.

Hernández-Carballo, A. 1967. Análisis de la captura y aspectos biológicos de los tiburones del suroeste de Campeche, México. Tesis Profesional. Universidad Veracruzana, Facultad de Biología. Veracruz. 59 pp.

Hinojosa-Álvarez, S. A. 2007 Áreas de crianza de tiburones en el área de salina cruz, Oaxaca, Tesis de Licenciatura. UNAM, Fac. Ciencias. México. 62 pp.

Hoening, J. M. & S. M. Gruber. 1990. Life-history patterns in the Elasmobranchs, implication for fisheries management. NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 1 -16.



Holden, M. J. 1974. Problems in the Rational Exploitation of Elasmobranch populations and Some Suggested Solution. *En. Sea Fisheries Reserch* (F:R: Harde n-Jones, ed.), 117-137. Elek (Sci. Books), London.

Hoyos-Padilla, E. M. 2003. Biología reproductiva del Tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bribon, 1839). Tesis de Maestría. INP, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Baja California Sur. 59 pp.

Jiménez-Quiroz, M. C., Espino-Barr, E. 2006. Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. INP. 622 pp.

Kato, S. & A. Hernández-Carballo. 1967. Shark tagging in the Eastern Pacific Ocean. 1965. *En: P. W. Gilbert, R. F. Mathewson & D. P. Rall (eds.). Sharks, Skates and Rays. The John Hopkins Press: 93-109.*

Kato, S., S. Springer & M. H. Wagner. 1967. Field guide to Eastern and Hawaiian sharks. *Circ. U.S. Fish. Wild. Serv. 271:1-47.*

Lagler, K. F., J. E. Bardach, R. R. Miller & D. R. May Passino. 1997. *Ichthyology*, 2th edit. John Wiley & sons, Inc. US. 506 pp.

Márquez-Farías. J. F., Castillo-Géinz, J. L., y Ma. C. Rodríguez de la Cruz. 1998. Demografía del cazón Pech , *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758), en el Suroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas* 24 (1):13-34.

Marín-Osorno, R. 1992, Aspectos Biológicos de los tiburones capturados en l as Costas de Tamaulipas y Veracruz, México. Tesis Profesional. Universidad Veracruzana, Fac. de Biología. Veracruz. 146 pp.

Mendizábal y Oriza, D. 1995. Biología reproductiva, crecimiento, mortalidad y diagnóstico de *Alopias vulpinus* (tiburón zorro) y *Carcharhinus limbatus* (tiburón volador) de la Boca del Golfo de California al Golfo de Tehuantepec. (Periodo 1986 - 1987). Tesis de Maestría. UNAM, Fac. de Ciencias. México. 125 pp.

Mendizábal y Oriza, D., R., Vélez-Marín, J. Valdez., J. Fajardo & J. L. Castillo-Géinz. 2000. Información biológica, distribución y abundancia relativa del tiburón cornuda , *Sphyrna lewini*, en el Océano Pacifico de México (1986-1995). CRIP manzanillo. Informe técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Miranda-Vázquez, L. A. 1996. Análisis biológico-pesquero del tiburón azul (*Prionace glauca*) (Linnaeus, 1758). Tesis de Maestría. CICESE, Ensenada. 115 pp.

Nakano, 1994. Age, reproduction and migration of blue shark in the north Pacific Ocean. *National Research Institute of far seas Fisheries. 31:141-25.*

Oshitani, S. H., Nakano & S. Tanaka. 2003. Age and growth of the silky shark *Carcharhinus falciformis*, from the Pacific Ocean. *Fisheries Science* 2003; 69:456-464.

Pratt, H.L., Jr. 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. *U.S. Fish.Bull. (77): 445-470.*



Pratt, H.L. & T. Otake. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management. NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 509-510.

Reyes-González, J. A. 2001. Biología reproductiva y pesquería del tiburón azul (*Prionace glauca*) en la costa adyacente a Bahía de San Quintín, Baja California. Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada. 78 pp.

Ronquillo-Benítez, K. 1999. Aspectos biológicos y pesqueros del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) de las aguas del Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México. Tesis Profesional, UNAM. Fac. Ciencias. México. 90 pp.

SAGARPA. 2002-2004. Anuarios Estadísticos de Pesca 2001-2003. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.

Sanchez-De Ita, J. A. 2004. Edad y crecimiento del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur, Mex. P. VII VIII.

Santana-Hernández, H. 1989. Distribución y abundancia relativa espacio temporal de las especies capturadas por la pesquería palangrera en la ZEE del Pacífico mexicano. Tesis Profesional. Univ. Autón. Nayarit, Esc. Sup. Ing. Pesquera. Univ. México. 53 pp.

Santana-Hernández, H. 1997. Relación del éxito de la pesca palangrera con la temperatura superficial y la profundidad en el Pacífico mexicano. Tesis de Maestría. UNAM, Fac. Ciencias. México. 63 pp.

Santana-Hernández, H. y J. J. Valdéz, F. 2004. Efectos sobre la selectividad y eficiencia de los palangres de deriva, obtenidos mediante la experimentación con tres tipos de anzuelo y dos tipos de carnada. Dirección General de Investigación en Desarrollo Tecnológico. INP. SAGARPA. CRIP-Manzanillo. Informe de Investigación (documento interno).

SEMARNAP. 1995-2001. Anuarios Estadísticos de Pesca 1994-2000. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, México.

SEPESCA. 1981-1994. Anuarios Estadísticos 1980-1993. Secretaría de Pesca, México.

Sierra-Rodríguez, P. 1995. Análisis preliminar de la pesquería del tiburón en Puerto Madero, Chiapas, 1994. Informe final de proyecto. Instituto Nacional de la Pesca CRIP Salina Cruz. Oaxaca. SEMARNAP.

Soriano-Velásquez, S. R., D. Acal-Sánchez, J. L. Castillo-Géniz, N. Vázquez-Gómez, y C. E. Ramírez-Santiago. 2003. Tiburones del Golfo de Tehuantepec. *En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. 2003-2004.* INP/SAGARPA. 47 pp.

Soriano-Velásquez, S. R., D. Acal-Sánchez, J. L. Castillo-Géniz, N. Vázquez-Gómez, y C. E. Ramírez-Santiago. 2004. Tiburones del Golfo de Tehuantepec. *En:*



Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo . 2006. INP/SAGARPA. 42 pp.

Soriano-Velásquez, S. R., D. Acal-Sánchez., J. L. Castillo-Géniz. & C. Ramírez-Santiago. 2006. Aspectos reproductivos de *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus limbatus*, *Nasolamia velox* y *Sphyrna lewini* que habitan en las aguas del Golfo de Tehuantepec. Dirección General de Investigación en Desarrollo Tecnológico. INP. SAGARPA: Informe de Investigación (documento interno).

Silva, A. C. L. 1995. Excursión a la regresión logística en Ciencias de la Salud. Ed. Díaz de Santos. S. A.

Strasburg, D.W. 1958. Distribution, abundance and habitats of pelagic sharks in the Central Pacific Ocean. Fish Bull. 138:335-361.

Taylor, L. 1998. Tiburones y Rayas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 279 pp.

Trincas, T., 1977. Food habits, and seasonal abundance of blues sharks, *Prionace glauca* (Carcharhinidae) in southern California Waters. M. S. Thesis, California State Univ. Long Beach. 76 pp.

Torres-Huerta A. M. 1999. Observaciones sobre la biología reproductiva de la cornuda barrosa *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) (Pisces: Sphynidae) en aguas del Noroeste de México. Tesis. 75 pp.

Vélez-Marín, R., D. Mendizábal O., J. Valdéz F. y A. Venegas G. 1989. Prospección y pesca exploratoria de los recursos pesqueros en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico. Instituto Nacional de la Pesca, CRIP-Manzanillo, Col., México. 179 pp.

Vélez-Marín, R., F. Márquez F., O. Mendizábal y J. Valdez. 1994. Examen de la pesca de pelágicos mayores en un barco comercial palangrero en el Pacífico central de México (octubre-noviembre, 1988). En: Alfaro Siqueiros, A. (ed.). Memorias del IX Simposium de Biología Marina. Univ. Autón. Baja California Sur, México. 133-148 pp.

Vélez-Marín, R., O. D. Mendizábal, F. Valdez, J. Fajardo & J. L. Castillo-Géniz. 1996. Análisis de la pesca comercial del barco palangrero Tiburón III de la flota de Manzanillo, Colima, en el Océano Pacífico de México (1992 -1996). CRIP-Manzanillo. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca (inédito).

Villavicencio-Garayzar. C. J. & C. L. A. Abitia. 1994. Elasmobranquios de Bahía Magdalena y Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México. Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS 5 (2): 62-65.

Villavicencio-Garayzar C. J. 1996a. Estudio del potencial pesquero acuícola de Baja California Sur, Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz, editores. SEMARNAP. Vol. 1. México.



Villavicencio-Garayzar, C. J. 1996b. Aspectos poblacionales del angelito, *Squatina californica*, en Baja California, México. Rev. Inv. Cient. Serie Cienc. del Mar. UABCS. México. 7 (1).

Villavicencio-Garayzar, C. J., C. Downton & E. Mariano. 1996. Tiburones capturados comercialmente en la Bahía de La Paz. Coloquio sobre Bahía de La Paz. Baja California Sur, México.

Zea-De la Cruz, H. 2007. Edad y crecimiento del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) registrado en el Golfo de Tehuantepec. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Boca del Río. Chiapas. 63 pp.



