

2/1



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

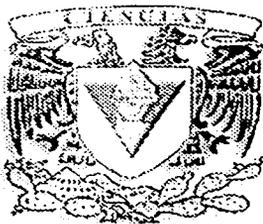


FACULTAD DE CIENCIAS

**“Biología y pesquería del tiburón martillo
Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834),
en Puerto Madero, Chiapas, Estados
Unidos Mexicanos”**



**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A :
JUAN CARLOS CAMPUZANO CABALLERO**



DIR. TESIS: BIÓL. JOSÉ LEONARDO CASTILLO GÉNIZ
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCIÓN ESCOLAR

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

**“Biología y pesquería del tiburón martillo
Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834),
en Puerto Madero, Chiapas, Estados
Unidos Mexicanos”**



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A :
JUAN CARLOS CAMPUZANO CABALLERO



DIR. TESIS: BIÓL. JOSÉ LEONARDO CASTILLO GÉNZ



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: "Biología y pesquería del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834), en Puerto Madero, Chiapas, Estados Unidos Mexicanos"

realizado por **Juan Carlos Campuzano Caballero**

con número de cuenta **9021617-4**, quién cubrió los créditos de la carrera de **Biología**

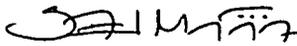
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Director de Tesis
Propietario

Atentamente

Biól. José Leonardo Castillo Géniz

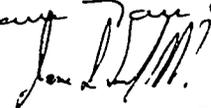
Propietario

LARM. Juan Fernando Márquez Farias 

Propietario

M. en C. Javier Tovar Ávila 

Suplente

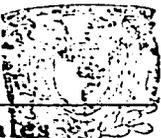
Biól. José Ignacio Fernández Méndez 

Suplente

Dra. María del Carmen Uribe Aranzábal 

FACULTAD DE CIENCIAS
U. N. A. M.

Consejo Departamental de Biología 

Dra. Patricia Ramos Morales 

DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA



DEDICATORIA

Con todo mi cariño y admiración para mis padres: Anselmo Campuzano Elizalde y Catalina Caballero Velázquez, mi hermana: María Guadalupe Campuzano Caballero, por su virtuosismo y sus enseñanzas.

Margarita Manzano, porque en momentos difíciles de mi vida siempre estuviste a mi lado.

A mis entrenadores deportivos: Juan Rodríguez, Jesús Padilla, Gustavo y Edmundo Chávez, por brindarme siempre su confianza, impulsarme a ser mejor día a día como persona e integrante de la comunidad de atletas de la máxima casa de estudios.

Claudia Carranza Sierra y Mariana Chacón Romero, por su apoyo moral en todo momento, amistad incondicional y permanente.

Beatriz Angélica Cruz Esquivel, por formar parte de la mejor etapa de mi vida.

A todos mis amigos y compañeros con quien compartí experiencias gratas y dolorosas que me han ayudado a madurar y seguir adelante.

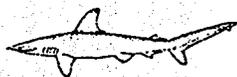


ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
SÍNTESIS	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Diversidad y abundancia de peces cartilagosos	1
1.2. Estrategias reproductivas de los condriictios.....	1
1.3. Aprovechamiento del tiburón	3
1.4. Vulnerabilidad y sistema de manejo del recurso.....	6
1.5. Historia de la pesca de tiburón en los Estados Unidos Mexicanos.....	9
1.5.1. Características de la pesca de tiburón	12
1.5.2. Principales puertos y zona de pesca de tiburón	13
1.5.3. Historia de la pesca de tiburón en Puerto Madero, Chiapas	13
1.5.3.1. Formación de Puerto Madero	14
1.5.3.2. Del café al tiburón.....	14
1.5.3.3. El esplendor de la pesca de tiburón	17
1.5.4. Producción de tiburón en Chiapas.....	21
1.6. Justificación	22
2. ANTECEDENTES.....	24
2.1. Investigaciones realizadas en Chiapas.....	27
2.2. Estudios sobre <i>Sphyrna lewini</i>	28
2.2.1. Investigaciones internacionales	28
2.2.2. Estudios en los Estados Unidos Mexicanos	36
3. OBJETIVOS.....	42
3.1. Objetivo general.....	42
3.2. Objetivos particulares	42
3.2.1. Aspectos biológicos	42



3.2.2. Aspectos pesqueros.....	42
3.2.3. Aspectos de manejo y conservación.....	43
4. MÉTODO.....	44
4.1. Datos biológicos	45
4.1.1. Identificación de la especie e identidad taxonómica.....	45
4.1.2. Morfometría.....	45
4.1.3. Asignación del estado de madurez sexual.....	47
4.1.4. Talla de primera madurez sexual	49
4.1.5. Fecundidad relativa de la especie.....	49
4.2. Datos pesqueros.....	50
4.2.1. Características de las embarcaciones y artes de pesca.....	50
4.2.2.Composición específica de tiburón y frecuencia de <i>Sphyrna lewini</i> en las capturas	50
4.2.3. Composición de las capturas en tallas y sexos	51
4.2.4. Captura por unidad de esfuerzo.....	51
5. ÁREA DE ESTUDIO	53
5.1. Generalidades	53
5.2. Características del puerto.....	59
5.3.Características físico-químicas y oceanográficas del Golfo de Tehuantepec.....	63
5.3.1. Masas de agua.....	64
5.3.2. Corrientes de agua.....	65
5.3.2.1. Corriente de California.....	66
5.3.2.2. Corriente Norecuatorial (sector oriental)	66
5.3.2.3. Corriente Costanera de Costa Rica	66
5.3.3. Surgencia eólica en el Golfo de Tehuantepec	70
5.3.4. Oleaje y mareas	71
5.3.5. Variables físicas y químicas	72
5.3.5.1. Temperatura	73



5.3.5.2. Salinidad	74
5.3.5.3. Oxígeno	74
5.3.5.4. Nitrógeno	75
5.3.5.5. Metano	76
5.3.5.6. Oligoelementos	76
6. RESULTADOS	78
6.1. Aspectos biológicos	78
6.1.1. Identificación de la especie	78
6.1.2. Identidad taxonómica y características generales de <i>Sphyrna lewini</i>	79
6.1.2.1. Diagnósis de la familia Sphyrnidae	80
6.1.2.2. Identidad taxonómica de <i>Sphyrna lewini</i>	81
6.1.2.3. Nombres vernáculos	85
6.1.2.4. Características diagnósticas	85
6.1.2.4.1. Cuerpo y cabeza	85
6.1.2.4.2. Dentición	87
6.1.2.4.3. Denticulos dérmicos	88
6.1.2.4.4. Aletas	88
6.1.2.4.5. Vérttebras	89
6.1.2.4.6. Coloración del cuerpo	89
6.1.2.4.7. Variación	89
6.1.2.4.8. Hábitat	90
6.1.2.4.9. Distribución geográfica	90
6.1.2.4.10. Reproducción	91
6.1.2.4.11. Talla	94
6.1.2.4.12. Preferencias alimenticias	94
6.1.2.4.13. Movimientos migratorios	94
6.1.2.4.14. Pesca y abundancia	95
6.1.2.4.15. Diferencias entre <i>Sphyrna lewini</i> y <i>Sphyrna zygaena</i>	



.....	97
6.1.3. Relaciones morfométricas	98
6.1.4. Proporción de organismos inmaduros y maduros	101
6.1.5. Talla de primera madurez sexual	103
6.1.6. Fecundidad relativa de la especie	105
6.2 Aspectos pesqueros.....	109
6.2.1. Características de las embarcaciones y artes de pesca.....	109
6.2.2. Composición específica de tiburón y frecuencia de <i>Sphyrna lewini</i> en las capturas	112
6.2.3. Composición de las capturas en tallas y sexos	114
6.2.3.1. Tallas.....	114
6.2.3.2. Proporción de sexos	122
6.2.4. Captura por unidad de esfuerzo	124
7. DISCUSIÓN.....	127
7.1. Aspectos biológicos.....	127
7.1.1. Relaciones morfométricas	127
7.1.2. Proporción de organismos inmaduros y maduros	128
7.1.3. Talla de primera madurez sexual	130
7.1.4. Fecundidad relativa de la especie.....	132
7.2. Aspectos pesqueros	135
7.2.1. Embarcaciones y artes de pesca.....	135
7.2.2. Composición específica de tiburón y frecuencia de <i>Sphyrna lewini</i> en las capturas	137
7.2.3. Composición de las capturas en tallas y proporción de sexos	139
7.2.3.1. Tallas.....	139
7.2.3.1.1. Talla y período de nacimiento	140
7.2.3.1.2. Período de gestación y apareamiento.....	142
7.2.3.2. Proporción de sexos	144
7.2.3.2.1. Proporción de sexos intrauterinos.....	145



7.2.4. Captura por unidad de esfuerzo	146
7.2.5. Puerto Madero como área de crianza	147
7.3. Manejo y conservación	148
7.3.1. Impacto de la pesquería para <i>Sphyrna lewini</i>	148
7.3.1.1. Medidas de regulación pesquera.....	149
8. CONCLUSIONES	153
9. RECOMENDACIONES.....	155
10. NOTAS.....	157
11. CONSULTAS	159
ANEXO.....	190
Infraestructura portuaria.....	190
Obras de atraque.....	190
Obras de protección.....	191
Áreas de agua.....	191
Señalamiento marítimo.....	192
Áreas de almacenamiento.....	193
Edificios.....	193
Dragado.....	193
Mantenimiento a instalaciones.....	193
Mantenimiento menor.....	194
Oportunidades de inversión.....	194
Permisos y concesiones.....	194
Contratos de sesión parcial.....	194
Contratos de prestación de servicios.....	195
Estadísticas pesqueras y comerciales.....	195
Movimiento pesquero 1999-2000.....	196
Embarcaciones de recreo.....	196
Embarcaciones navales.....	196



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.2.1. Tiempo de residencia de los espermatozoides en la glándula oviducal.....	3
Cuadro 1.5.3.3.1. Embarcaciones inscritas en el Registro Nacional de Pesca por sector según tipo de pesca y pesquería	20
Cuadro 1.5.3.3.2. Población dedicada a la actividad pesquera según sector y tipo de organización.....	20
Cuadro 1.5.3.3.3. Permisos vigentes para ejercer la pesca comercial por sector según especie	21
Cuadro 5.2.4. Ubicación de los campamentos pesqueros de tiburón en Puerto Madero, Chiapas.....	60
Cuadro 6.1.6.1. Hembras grávidas y número de embriones de <i>Sphyrna lewini</i>	106
Cuadro 6.2.1.1. Número y porcentaje de captura de <i>Sphyrna lewini</i> con las distintas artes de pesca	111
Cuadro 6.2.2.1. Composición específica de tiburón en las capturas.....	113
Cuadro 6.2.3.1.1. Parámetros estadísticos de las tallas de <i>Sphyrna lewini</i>	114
Cuadro 6.2.3.1.2. Intervalo de tallas de las hembras grávidas y embriones de <i>Sphyrna lewini</i> presentes en las capturas	121
Cuadro 6.2.3.1.3. Parámetros estadísticos de la talla embrionaria mensual de <i>Sphyrna lewini</i> , junio '96-junio '99	122
Cuadro 6.2.3.2.1. Proporción de sexos mensual de <i>Sphyrna lewini</i> en las capturas.....	123
Cuadro 6.2.3.2.2. Proporción de sexos intrauterinos de <i>Sphyrna lewini</i>	124
Cuadro 6.2.4.1. Captura por unidad de esfuerzo mensual de <i>Sphyrna lewini</i>	125
Cuadro 6.2.4.2. Parámetros estadísticos de la captura por unidad de esfuerzo de <i>Sphyrna lewini</i>	125



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.5.3.2.1. Contiki	16
Figura 1.5.4.1. Serie histórica de la producción de tiburón en Chiapas, 1980-2000	22
Figura 4.1. Formatos utilizados para el registro de datos biológicos y de captura	44
Figura 4.1.2.1. Medidas morfométricas básicas	45
Figura 4.1.2.2. Obtención de datos morfométricos de <i>Sphyrna lewini</i> en los campamentos pesqueros	46
Figura 4.1.3.1. Mixopterigio.....	48
Figura 4.1.5.1. Registro de embriones de <i>Sphyrna lewini</i>	50
Figura 4.2.2.1. Composición específica de tiburón en Puerto Madero, Chiapas	51
Figura 5.1.1. Ubicación del estado de Chiapas en los Estados Unidos Mexicanos	53
Figura 5.1.2. Puertos comerciales de altura y cabotaje en los Estados Unidos Mexicanos	54
Figura 5.1.3. Ubicación de Puerto Madero en el estado de Chiapas	55
Figura 5.1.4. Regiones marinas prioritarias de los Estados Unidos Mexicanos	59
Figura 5.2.1. Zona económica del Soconusco, Chiapas	60
Figura 5.2.2. Vías de comunicación de Puerto Madero, Chiapas	61
Figura 5.2.3. Infraestructura de Puerto Madero, Chiapas	63
Figura 6.1.1.1. Características diagnósticas de <i>Sphyrna lewini</i>	78
Figura 6.1.2.1.1. Forma de la cabeza y distribución de los poros ventrales de las ocho especies de tiburones martillo existentes en los océanos	81
Figura 6.1.2.4.1.1. Vista lateral de <i>Sphyrna lewini</i>	86
Figura 6.1.2.4.1.2. Vista ventral de la cabeza de <i>Sphyrna lewini</i>	87
Figura 6.1.2.4.1.3. Dentición de <i>Sphyrna lewini</i>	88



Figura 6.1.2.4.9.1. Distribución geográfica mundial de <i>Sphyrna lewini</i>	91
Figura 6.1.2.4.15.1. Diferencias entre <i>Sphyrna lewini</i> y <i>Sphyrna zygaena</i> ..	98
Figura 6.1.3.1. Relación entre la longitud furcal y total para hembras y machos de <i>Sphyrna lewini</i>	98
Figura 6.1.3.2. Relaciones morfométricas para <i>Sphyrna lewini</i>	99
Figura 6.1.3.3. Relación entre la longitud precaudal y total para <i>Sphyrna lewini</i>	100
Figura 6.1.3.4. Relación longitud total-longitud del mixopterigio en machos de <i>Sphyrna lewini</i>	101
Figura 6.1.4.1. Número de organismos inmaduros y maduros de <i>Sphyrna lewini</i>	101
Figura 6.1.4.2. Número de hembras y machos de <i>Sphyrna lewini</i>	102
Figura 6.1.4.3. Número de hembras inmaduras y maduras de <i>Sphyrna lewini</i>	103
Figura 6.1.4.4. Número de machos inmaduros y maduros de <i>Sphyrna lewini</i>	103
Figura 6.1.5.1. Ajuste de la curva logística a la proporción de machos maduros por talla de <i>Sphyrna lewini</i> para obtener la talla media de madurez sexual.....	104
Figura 6.1.5.2. Intervalo de confianza de la talla media de la madurez sexual en machos de <i>Sphyrna lewini</i>	104
Figura 6.1.5.3. Acercamiento del intervalo de confianza de la talla media de la madurez sexual en machos de <i>Sphyrna lewini</i>	105
Figura 6.1.6.1. Cuantificación de embriones de <i>Sphyrna lewini</i>	107
Figura 6.1.6.2. Número de hembras grávidas y embriones de <i>Sphyrna lewini</i>	107
Figura 6.1.6.3. Longitud total de las hembras grávidas de <i>Sphyrna lewini</i> en relación con sus embriones.....	108
Figura 6.2.1.1. Embarcaciones utilizadas para la captura de tiburón	110



Figura 6.2.1.2. Abertura de malla de una red	110
Figura 6.2.1.3. Captura mensual de <i>Sphyrna lewini</i> con las distintas artes de pesca	111
Figura 6.2.1.4. Porcentaje de captura de <i>Sphyrna lewini</i> con las distintas artes de pesca	112
Figura 6.2.1.5. Longitud total de <i>Sphyrna lewini</i> con relación al arte de pesca utilizado para su captura	112
Figura 6.2.2.1. Composición específica de tiburón en las capturas	113
Figura 6.2.2.2. <i>Sphyrna lewini</i> como componente principal de las capturas	114
Figura 6.2.3.1.1. Frecuencia de tallas de <i>Sphyrna lewini</i>	116
Figura 6.2.3.1.2. Frecuencia de tallas de machos de <i>Sphyrna lewini</i>	117
Figura 6.2.3.1.3. Frecuencia de tallas mensual de <i>Sphyrna lewini</i> en el período de estudio junio'96-diciembre'96	119
Figura 6.2.3.1.4. Frecuencia de tallas mensual de <i>Sphyrna lewini</i> en el período de estudio marzo'97-diciembre'97	120
Figura 6.2.3.1.5. Talla embrionaria mensual de <i>Sphyrna lewini</i> , junio'96-junio'99	122
Figura 6.2.3.2.1. Proporción de sexos mensual de <i>Sphyrna lewini</i> en las capturas	123
Figura 6.2.4.1. Captura por unidad de esfuerzo mensual de <i>Sphyrna lewini</i>	126
Figura 7.2.1.1. Forma de captura de los peces óseos en las redes de enmalle	137



SÍNTESIS

Procedente de la captura comercial de tres campamentos bodega en Puerto Madero, Chiapas, de junio de 1996 a diciembre de 1997, se obtuvo información biológica y pesquera del registro de 6,622 tiburones de la cornuda común *Sphyrna lewini*.

Las relaciones longitud furcal o precaudal-longitud total para hembras y machos fueron de tipo lineal, con un coeficiente de determinación de 0.99. La relación longitud total-longitud del mixoptergio fue de tipo sigmoidal.

Los tiburones inmaduros fueron el componente principal de las capturas, habiéndose observado durante todo el año.

La madurez sexual en hembras es tardía en comparación con los machos. Es una especie de fecundidad media con camadas muy variables.

La pesca de tiburón se realiza con embarcaciones tipo panga fabricadas de fibra de vidrio con una capacidad de carga de 2.2 toneladas, las cuales utilizan motor fuera de borda.

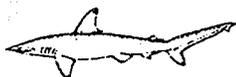
Las artes de pesca empleadas en esta actividad fueron redes de enmalle y anzuelos (palangre y cimbra), siendo *Sphyrna lewini* la especie más importante por su abundancia en las capturas.

El intervalo de tallas más amplio se presentó en las hembras, los nacimientos se observaron principalmente de mayo a julio con un periodo de gestación entre 10 y 12 meses. Los neonatos y juveniles menores a un metro de longitud total son los que sostienen la pesquería.

En las capturas las hembras tuvieron una mayor proporción mientras que los machos predominaron dentro de las camadas.

Los mejores rendimientos de la captura por unidad de esfuerzo correspondieron al mes de septiembre de 1996 y 1997.

La convergencia de hembras grávidas con embriones en fase terminal de desarrollo y neonatos, indican la existencia de una área de crianza en Puerto Madero, Chiapas.



1. INTRODUCCIÓN

El hombre se distingue de los demás animales por el hecho de que toda experiencia que va consiguiendo de la realidad la organiza continuamente.
F'austino C'ordón

Los peces, conocidos también como Pisces, son el grupo de vertebrados más numeroso, estimando que existen de 20,000 a 40,000 especies, aparte de ser los primeros cordados en aparecer en la Tierra, precediendo al ancestro del hombre cerca de 500 millones de años y a los demás vertebrados en poco más de 100 millones de años (Lagler *et al.*, 1990). Este grupo está representado por los Agnatha: mixinos y lampreas, Chondrichthyes: tiburones, rayas y quimeras, y Osteichthyes: peces óseos (Boschung, 1978; Lagler *et al.*, 1990).

1.1 Diversidad y abundancia de peces cartilagosos

Los Chondrichthyes (chondros = cartilago; ichthyes = pez, o peces cartilagosos) (Boschung, 1978), incluyen aproximadamente 60 familias, 185 géneros y de 929 a 1,164 especies, éstas últimas varían si tomamos en cuenta los taxa no descritos y las especies cuya validez es incierta (Compagno, 1990a; Compagno 1999).

Según Compagno (1990a), existen mundialmente entre 375 y 478 especies de tiburones reunidas en 8 ordenes, 30 familias y 100 géneros. El orden Carcharhiniformes aporta el 56 por ciento de las especies descritas, dentro del cual se encuentra la familia Sphyrnidae.

Habitan en aguas mexicanas representantes de 7 ordenes con 19 familias, 37 géneros y 84 especies, de las cuales 44 son de importancia comercial (Castillo, 1992; Applegate *et al.*, 1993), lo cual ha contribuido a la actividad pesquera de la nación. Asimismo, nuestro país cuenta con 6 de las ocho especies de tiburones martillo conocidas en el ámbito mundial.

1.2 Estrategias reproductivas de los condriictios

Diversos factores han contribuido al éxito evolutivo de los condriictios y



probablemente el más importante es el desarrollo de eficientes estrategias reproductivas, incluyendo la fertilización interna, nutrición materna de embriones y el nacimiento de organismos completamente desarrollados idénticos a sus progenitores capaces de valerse por sí mismos en el medio marino (Pratt y Castro, 1991).

A partir de la fertilización interna se desarrollaron distintos patrones reproductivos (Pratt y Castro, 1991), los cuales tradicionalmente habían sido clasificados como: oviparo, ovoviviparo y viviparo (Balinsky en Wourms, 1981). Dentro de la viviparidad, la forma de reproducción más compleja es la llamada viviparidad placentar (Wourms, 1977; Pratt y Castro, 1991; Hamlett, 1991), por medio de un saco vitelino que posteriormente se fusiona con la pared del útero para formar la placenta (Wourms, 1977), la cual se presenta en los tiburones martillo.

Otra característica muy importante derivada de la fertilización interna, es la capacidad de algunas especies de tiburones, tanto hembras como machos, de almacenar los espermatozoides (Pratt, 1993; Pratt y Tanaka, 1994).

Las hembras almacenan los espermatozoides en la glándula oviducal durante el intervalo entre la copulación y la ovulación (Metten; Prasad; Pratt; Castro; Peres y Vooren en Pratt y Tanaka, 1994). Al respecto, Pratt (1993), encontró tres patrones distintos en hembras de tiburones de acuerdo al tiempo de residencia: sin almacenamiento, almacenamiento breve y almacenamiento prolongado (Cuadro 1.2.1).

Algunos de los largos y estrechos tubulos presentes en la glándula oviducal se especializan en esta retención, como en *Sphyrna lewini*, los cuales se encuentran circundando el tejido conectivo formando un receptáculo verdadero y probablemente este sea el primer paso para la formación de un receptáculo seminífero de manera separada (Pratt, 1993).

El almacenamiento de los espermatozoides en la glándula oviducal



incrementa las oportunidades de una fecundación exitosa, especialmente en las especies nómadas o migratorias o en las que presentan una baja densidad poblacional (Pratt, 1993; Pratt y Tanaka, 1994). Además, después de un apareamiento o de cópulas sucesivas, las hembras de algunas especies tienen un control fisiológico del tiempo de fertilización y el parto subsecuente, lo cual aumenta el éxito reproductivo (Pratt, 1993).

Cuadro 1.2.1. Tiempo de residencia de los espermatozoides en la glándula oviducal.

Condición	Tiempo probable de residencia	Características típicas	Ejemplos
Sin almacenamiento Inseminación inmediata	Días	Abundantes paquetes de esperma en el lumen y túbulos, distribuidos aleatoriamente.	<i>Alopias vulpinus</i> <i>Lamna nasus</i>
Almacenamiento breve Inseminación tardía	Semanas a meses	Los espermatozoides se encuentran en paquetes a lo largo de los túbulos, penetrando un poco hacia el interior de los mismos.	<i>Prionace glauca</i> <i>Rhizoprionodon terraenovae</i>
Almacenamiento prolongado Posibles inseminaciones sucesivas	Meses a años	Densos paquetes de esperma inmersos dentro de los túbulos.	<i>Carcharhinus obscurus</i> <i>Sphyrna lewini</i>

Por su parte, los machos almacenan los espermatozoides uno por uno, en grupos o agregados esféricos y subesféricos, todos éstos situados en la ampulla terminal del epidídimo (Matthews; Botte *et al.*; Stanley; Mann en Pratt y Tanaka, 1994), habiendo dos tipos básicos: espermatóforo y espermatozeugmata (Pratt y Tanaka, 1994).

1.3 Aprovechamiento del tiburón

El tiburón es un recurso con un gran potencial alimenticio e industrial que puede aprovecharse íntegramente, pero también representa un problema para otros pescadores por ser un activo depredador de especies comerciales de escama (Applegate *et al.*, 1979; Compagno, 1990b).

Las aletas se encuentran entre los productos pesqueros más caros en todo el mundo (Rose en Walker, 1998), generan las mayores ganancias a los pescadores y requieren menos proceso para su venta, se cortan y son secadas al sol (Rodríguez *et al.*, 1996b; Villavicencio, 1996). Principalmente



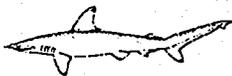
con la primera dorsal y en ocasiones la segunda, pectorales y el lóbulo inferior de la caudal (Applegate *et al.*, 1979; Villavicencio, 1996), se elabora la *sopa de aleta de tiburón*, cuya demanda en el mercado asiático ha propiciado elevados volúmenes de captura de este recurso; también pueden ser utilizadas para la elaboración de gelatina (SEPESCA, 1994b).

Las aletas de mejor calidad, la cual está en función de la especie, el tamaño y rendimiento en cartilago, provenientes de tiburones capturados por la flota mexicana se exportan a los mercados orientales como Singapur y Hong Kong (Bonfil *et al.*, 1988; Castillo, 1992; Villavicencio, 1996), vía Estados Unidos de América.

La carne es el segundo producto más importante, en territorio nacional se vende fresca como filete de cazón siendo ésta la de mejor calidad y mayor valor, en troncho congelado, seca-salada como bacalao y en algunos restaurantes de otros países, por ejemplo en Gran Bretaña, el filete de mielga se vende como *salmón de roca* (Bonfil *et al.*, 1988; Compagno, 1990b; Castillo, 1992; MacQuitty, 1994; SEPESCA, 1994b; Rodríguez *et al.*, 1996b; Villavicencio, 1996; Walker, 1998). Su principal mercado es el Distrito Federal y otras ciudades como Guadalajara (Rodríguez *et al.*, 1996b).

Del hígado se extrae aceite a partir del cual se obtiene principalmente vitamina "A", además de las vitaminas "K" y "E" y otras sustancias como el *escualeno*, este último es utilizado en la industria cosmética para la elaboración de costosas cremas corporales para evitar arrugas y signos de envejecimiento; también se emplea para maquinaria fina y de alta tecnología industrial (Castillo, 1992; MacQuitty, 1994; Walker, 1998), en productos farmacéuticos que requieren bases no aceitosas (Walker, 1998), y en protectores solares, linimentos para masaje corporal y tratamiento de hemorroides (Anislado, 2000).

Además es bajo en colesterol y rico en ácidos grasos polinsaturados como los ácidos docosahexaenoico y eicosapentaenoico (Nichols *et al.* en



Walker, 1998). Actúa como anticoagulante y es usado en tratamientos de ataques cardiacos; igualmente, extractos de bilis son usados para tratamientos de acné (Last y Stevens en Walker, 1998).

Actualmente en algunas regiones de la República Mexicana a nivel local, los pescadores extraen el aceite de hígado de los embriones y neonatos para combatir problemas de asma y bronquios (Villavicencio, 1996).

La piel era utilizada como lija o material abrasivo debido a su alta resistencia, así mismo, puede curtirse para la elaboración de accesorios y prendas de vestir de alta calidad, los cuales son vendidos en varios países incluyendo el nuestro, utilizándose para este fin tiburones de gran tamaño (Bonfil *et al.*, 1988; Castillo, 1992; SEPESCA, 1994b; Rodríguez *et al.*, 1996b; Villavicencio, 1996; Walker, 1998).

Aunque las pieles son comercializadas en la ciudad de México, León y Guadalajara, su aprovechamiento sólo se da en ciertas regiones debido a la ganancia mínima percibida por los pescadores, a quienes no les reditúa invertir tiempo en quitar la piel, salarla y su cuidado posterior (Villavicencio, 1996).

Mandíbulas y dientes son vendidos como artesanías locales principalmente a los turistas, llegando a alcanzar precios altos dependiendo de la especie y el tamaño (Compagno, 1990b; Castillo, 1992; Rodríguez *et al.*, 1996b; Villavicencio, 1996).

El cartílago es enviado a la ciudad de México y posteriormente a otros lugares como Costa Rica para su industrialización (Villavicencio, 1996). En algunas regiones un derivado del cartilago es utilizado para tratar quemaduras de la piel (Last y Stevens en Walker, 1998). Al igual que el de los mamíferos (Langer *et al.* en Walker, 1998), el cartilago de tiburón ha mostrado ser un inhibidor de la angiogénesis en animales experimentales (formación de nuevos vasos sanguíneos en los tejidos) (Ganong, 1994), y se ha mencionado ser exitoso en el tratamiento de la artritis, lupus,



osteoporosis y cáncer (Romeu, 1995; Lee y Langer; Davis *et al.* en Walker, 1998; Mote, 2000).

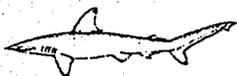
Con los restos del cuerpo como cabeza, algunas aletas, vértebras y vísceras (Applegate *et al.*, 1979), por su alto contenido orgánico se elaboran fertilizantes y harina de pescado utilizados como alimento avícola (Applegate *et al.*, 1979; Castillo, 1992). Asimismo, en algunos lugares todas las vértebras se descarnan y secan al sol para ser enviadas al extranjero, donde se elaboran cápsulas utilizadas también para combatir el cáncer (Rodríguez *et al.*, 1996b; Villavicencio, 1996).

Diversas investigaciones biomédicas se desarrollan actualmente con tiburones y rayas debido a su capacidad para resistir enfermedades y a la baja frecuencia de tumores presentes en este grupo. El estudio del sistema inmune de los tiburones y su respuesta a agentes carcinogénicos es otra de las áreas de investigación realizada mediante estudios hematológicos, cultivo de tejidos y células inmunológicas *in vitro*, histología, estudios de los órganos hematopoyéticos y de los procesos de fagocitosis y pinocitosis (Mote, 2000).

También son utilizados en pruebas médicas y de fármacos, así como para estudios del desarrollo embriológico de corneas y cristalinos, de los órganos olfatorios, la línea lateral, el transporte de membrana en células cardíacas en desarrollo, de los procesos de apoptosis (muerte celular programada), crecimiento y generación de óxido nítrico a nivel celular y de trasplantes experimentales de córneas y tejido cardíaco a humanos (Mote, 2000).

1.4 Vulnerabilidad y sistema de manejo del recurso

La historia de las pesquerías de tiburón en distintos países demuestra la sensibilidad del recurso respecto de la sobrepesca. Su vulnerabilidad se debe en parte a una combinación singular de características biológicas: crecimiento lento, madurez sexual tardía, ciclos reproductivos largos, baja fecundidad, gran longevidad y la relación directa entre stock y reclutamiento



(Holden, 1973; Castro *et al.*, 1999).

Forman parte de esta problemática las pesquerías de *Cetorhinus maximus* del Reino Unido (Parker y Stott en Compagno, 1990b), y la realizada con arpón en las costas occidentales de Irlanda (Fowler en Walker, 1998); la pesquería de *Galeorhinus galeus* con palangres, cimbras y redes de deriva en aguas continentales de California (Ripley en Walker, 1998), Australia meridional (Olsen en Walker, 1998), Sudáfrica (Freer en Walker, 1998), Sudamérica oriental, Brasil meridional (Peres y Vooren en Walker, 1998), Uruguay (de Buen en Walker, 1998), al norte de Argentina (Chiaramonte; Chiaramonte y Corcuera en Walker, 1998), y Nueva Zelanda (Seabrook-Davison *et al.*; Francis en Walker, 1998).

Otros ejemplos del abatimiento de algunas poblaciones de tiburones son: *Lamna nasus* del Atlántico nororiental (Anónimo en Walker, 1998); *Alopias vulpinus* (Bedford en Walker, 1998), *Notorynchus cepedianus* (Compagno, 1990b), *Isurus oxyrinchus* y *Squatina californica* en las costas de California (Bedford en Castillo *et al.* 1997); *Squalus acanthias* en las pesquerías del Reino Unido-Noruega (Holden en Compagno, 1990b), y de la costa occidental de los Estados Unidos de América (Compagno, 1990b).

A principios de la pasada década Compagno (1990b), visualizó muy difícil las perspectivas de gran alcance de los peces cartilaginosos. Muchas pesquerías en países desarrollados son a pequeña escala y sin capital intensivo, pero son colectivamente masivas en su impacto potencial en los condriictios porque el número total de pescadores participantes y la creciente demanda por productos pesqueros reemplazan a los productos agrícolas y ganaderos para consumo humano.

Otro problema es la amplia tendencia en las capturas de especies individuales que usualmente no es distinguible en los registros de la mayoría de los países. Solamente de un pequeño número de peces cartilaginosos se tiene un buen conocimiento biológico, siendo en su mayor parte especies de



aguas costeras templadas (Compagno, 1990b).

Según Compagno (1990b), algunas de las preocupaciones causadas por las pesquerías son:

- 1) Fuera de la costa: las operaciones de pesca de organismos pelágicos por la flota internacional y por la pesquería local dirigida con sedal aportan poco conocimiento biológico; el crecimiento lento de condriictios de aguas profundas y el consumo humano de productos como harina de pescado o escualeno proveniente del aceite de hígado.
- 2) El comercio internacional de las aletas de tiburón, con propósito de menor volumen, gran valor gastronómico en el ámbito mundial y un bajo riesgo de captura incidental por numerosas y grandes pesquerías costeras.
- 3) Ciertos lugares pesqueros relativamente poco comunes así como la captura de grandes tiburones con una baja fecundidad.

En nuestro país la pesca de tiburón es considerada de segundo orden a pesar de su importancia social y económica; asimismo, las características de los medios de captura obligan a realizar esta actividad en áreas cercanas a la costa, impidiendo la localización de nuevas zonas, lo cual causa la concentración del esfuerzo pesquero en sitios específicos, como en la Sonda de Campeche y el Golfo de California (Castillo, 1992).

Durante la primera reunión sobre la pesca de tiburón y su problemática en Chiapas, celebrada el 21 de junio de 1996, la "Asociación de pescadores y permisionarios libres de escama y tiburón de la costa de Chiapas A. C.", puso de manifiesto su preocupación ante la reducción significativa de las capturas en los últimos años (Castillo *et al.*, 1997).

Asimismo, ante la ausencia de un sistema de manejo de esta actividad, el sector privado por medio de los permisionarios de pesca tomó la iniciativa estableciendo el valor de la captura, comercializando y distribuyendo el producto en el ámbito regional y proporcionando las embarcaciones y artes



de pesca a los pescadores ribereños, participando estos últimos sólo como maniobra (fuerza de trabajo).

Actualmente se está dando un avance mediante una propuesta de regulación de la pesca de tiburón en aguas mexicanas, la cual está postulada en la Carta Nacional Pesquera y Proyecto de Norma Oficial Mexicana 029, las cuales de acuerdo a su funcionalidad y necesidades se podrán modificar año con año.

1.5 Historia de la pesca de tiburón en los Estados Unidos Mexicanos

Los primeros indicios de la actividad pesquera de tiburón en los Estados Unidos Mexicanos datan de la época de los aztecas y olmecas, quienes al parecer tenían conocimiento sobre diferentes tipos de tiburones, siendo representadas algunas de sus características en el simbolismo utilizado por estos grupos mesoamericanos. Además, espinas de rayas y dientes de tiburones encontrados en La Venta, Tabasco, indican una incorporación de elementos derivados de elasmobranquios fósiles y recientes a la cultura olmeca (Applegate *et al.*, 1979).

Sin embargo, es hasta finales del siglo XIX cuando la industria pesquera de tiburón inicia como tal, desarrollándose esta actividad principalmente en el litoral del Pacífico mexicano.

Según Ferreira (en Hernández, 1971), en 1888 Alfonso Schnabel realizó la primera exportación de aletas de tiburón de La Paz, Baja California Sur a China; por su parte Gastón J. Vives en 1896 y Antonio Rufo en 1905 fueron quienes establecieron y dieron importancia a la pesca de tiburón en esa región.

Asimismo, en junio de 1939 se realizó la primera exportación de hígados de tiburón del puerto de Guaymas, Sonora, a Los Angeles, California (Ferreira en Hernández, 1971), capturándose un total de 110 toneladas de tiburón en el país (Castillo y Márquez, 1993).



En los Estados Unidos Mexicanos al igual que en Australia, Sudáfrica, Centroamérica y Sudamérica, la pesca de tiburón alcanzó niveles muy altos durante la Segunda Guerra Mundial. Se les capturaba principalmente para obtener el hígado y extraer la vitamina "A". Como consecuencia, su precio en el mercado internacional incrementó, al igual que el de las aletas, las cuales ya contaban con un mercado oriental establecido (Hernández, 1971).

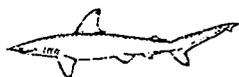
Históricamente el litoral del Pacífico mexicano ha generado mayores volúmenes de captura de tiburón. Durante los años cuarenta debido a su demanda y comercialización tuvo un mejor desarrollo en comparación con el Golfo de México.

En esa misma década se establecieron las categorías: cazón y tiburón, la primera corresponde a organismos menores a 150 centímetros de longitud total, mientras la segunda es mayor a la talla antes mencionada (Castillo, 1992; Castillo y Márquez, 1993). Esta distinción se estableció con la finalidad de agilizar y simplificar el manejo y registro de las estadísticas de captura, misma que se utiliza en la actualidad (Castillo y Márquez, 1993).

En 1942 en el noroeste de los Estados Unidos Mexicanos se registraron 1,087 toneladas de hígado de tiburón, representando el 81 por ciento de la producción nacional, misma que se exportó en su totalidad a los Estados Unidos de América (Hernández, 1971).

Esto propició el establecimiento de dos plantas industriales en el país, la primera en 1943, llamada Compañía Vitaminica y de Extracciones, S. A., la cual captó la producción de la zona comprendida entre Sinaloa y Puerto Peñasco, Sonora, Islas del Golfo de California y la parte peninsular de Baja California. La segunda se estableció en Guadalajara, Jalisco, en 1944, percibiendo la producción proveniente desde San Blas, Nayarit, hasta los límites con Guatemala. Por consiguiente, hubo un incremento en la captura de tiburón en esos lugares (Hernández, 1971).

Como el hígado de tiburón era el único producto que generaba



ganancias a los pescadores mexicanos, la captura de este recurso resultó inconveniente al producirse sintéticamente la vitamina "A" debido a la disminución drástica de su precio, esto provocó el cierre de las plantas industriales en 1947 y agosto de 1949 (Hernández, 1971).

A partir de 1958 el hígado de tiburón vuelve a cobrar importancia al elaborarse aceites con alto contenido en vitamina "A", destinado a los alimentos balanceados para aves y ganado y en cápsulas para consumo humano (Hernández, 1971).

Al iniciar la década de los sesenta nuevamente se incrementó la captura de tiburón por la elevada demanda mundial de algunos de sus productos como aletas y pieles, la cual se consolidó al extenderse el consumo domestico de carne en estado fresco y seco-salado.

Entre 1939 y 1969 la captura total promedio de tiburón en el país fue de 2,506 toneladas. En los años setenta hubo un aumento en los volúmenes de producción, incrementándose en casi 15,000 toneladas; durante 1976 se capturaron 17,197 toneladas (Castillo y Márquez, 1993), en cambio, en 1981 se alcanzó la primer cifra récord en la historia de este recurso y la más alta de los años ochenta, la cual fue de 35,329 toneladas (SEPESCA, 1982). Asimismo, durante esta década el promedio anual nacional de tiburón fue de 30,802.60 toneladas (SEPESCA, 1981, 1982, 1984, 1985a, 1985b, 1986, 1988a, 1988b, 1992).

Como consecuencia de la carencia de un registro estadístico por especie, no se conocía cual o cuales aportaban los mayores volúmenes de captura. Sin embargo, desde 1981 el Programa Tiburón del Instituto Nacional de la Pesca ha llevado a cabo un seguimiento de esta actividad, iniciando los estudios en la Sonda de Campeche y aguas de Yucatán (Castillo, 1992).

En 1990 se registró la segunda cifra récord de este recurso y de igual manera fue la más alta de la década, obteniéndose 36,737 toneladas



(SEPESCA, 1992), superando a la primera por 1,408 toneladas.

En 1991 el Instituto Nacional de la Pesca le recomendó a la Secretaría de Pesca, ahora perteneciente a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), no incrementar el número de permisos en las áreas donde el esfuerzo pesquero había crecido en forma desordenada, como en la Sonda de Campeche y el Golfo de California (Castillo, 1992).

En 1996 la pesca de tiburón se ubicó en el séptimo lugar en volumen de capturas a nivel nacional con 33,469 toneladas (SEMARNAP, 1997), y al año siguiente ocupó el décimo lugar con 24,220 toneladas (SEMARNAP, 1998).

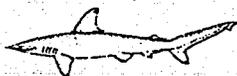
Actualmente se encuentra en el noveno lugar nacional, representando el 1.96 por ciento de la producción pesquera total y con base en las estadísticas pesqueras mundiales, nuestro país ocupa el décimo lugar en volumen de capturas (SAGARPA, 2001).

Durante la década de los noventa, el promedio anual nacional de tiburón fue de 31,477.30 toneladas (SEPESCA, 1992; SEMARNAP, 1997, 1998, 2000).

1.5.1 Características de la pesca de tiburón

El recurso tiburón constituye primordialmente una pesquería artesanal ribereña multiespecífica, la cual opera de acuerdo a la disponibilidad estacional del recurso (Castillo, 1992), es poco tecnificada y representa rendimientos económicos importantes a la nación.

De la captura total nacional anual, alrededor del ochenta por ciento proviene de las operaciones de pesca de embarcaciones menores tipo panga de una tonelada de capacidad y el resto de embarcaciones escameras y palangreros de diez y veinte toneladas de capacidad respectivamente, las cuales operan en el Pacífico oriental (Castillo, 1992); más del noventa por ciento de esta producción es destinada para consumo humano directo en



diferentes presentaciones (Castillo y Márquez, 1993).

El equipo de pesca utilizado consiste en cimbras de fondo o palangres, redes agalleras y de enmalle. En la pesca de altura se utilizan palangres de deriva con dos mil anzuelos aproximadamente y radio boyas que facilitan su localización. Además, los tiburones también son capturados incidentalmente por las redes camaroneras y arrastreras escameras, asimismo, mediante el uso de cañas de pescar se obtiene una gran cantidad de estos organismos por parte de las embarcaciones de pesca deportiva (Castillo, 1992).

1.5.2 Principales puertos y zonas de pesca de tiburón

Los principales puertos en el Pacífico mexicano son Guaymas, Sonora, Mazatlán, Sinaloa y Puerto Madero, Chiapas (Castillo, 1992; Bonfil, 1994). Además, existen importantes campamentos tiburoneros en las islas Isabel y Mariás (Castillo, 1992). En el Golfo de México sobresalen Matamoros y Playa Bagdad en Tamaulipas, Tamiahua, Casitas, Chachalacas y Alvarado en Veracruz, San Pedro en Tabasco, Campeche, Ciudad del Carmen, Isla Aguada, Champotón, Sabancuy y Seybaplaya en Campeche, y Progreso-Yucalpetén en Yucatán (Rodríguez *et al.*, 1996a; Castillo *et al.*, 1998). En Guaymas y Progreso se lleva a cabo una explotación íntegra del recurso, en cambio en las regiones restantes sólo se comercializa la carne y aletas (Castillo, 1992).

Baja California, Baja California Sur y Chiapas son las entidades de mayor producción de tiburón en el Pacífico, a diferencia de Veracruz y Tamaulipas, las cuales general los mayores volúmenes en el Golfo de México (SAGARPA, 2001).

1.5.3 Historia de la pesca de tiburón en Puerto Madero, Chiapas

La historia del puerto desde su formación tiene un interés particular por haber utilizado el mar como vía de comunicación para productos agrícolas como el café, el cual redituaba jugosas ganancias, mas no por una visión de aprovechamiento de los recursos marinos, ya que la actividad



pesquera sólo se realizaba en las lagunas adyacentes al océano para satisfacer las necesidades inmediatas de sus pobladores (Ortiz, 1993).

Por tal motivo, es importante conocer el origen y las circunstancias en que se construyó Puerto Madero, el surgimiento de las primeras embarcaciones, el uso y transformación de las artes de pesca, así como saber en que momento se dio el desarrollo pleno de la actividad *tiburonera*, convirtiendo a la región en una de las principales zonas de captura de tiburón en el país (Ortiz, 1993).

1.5.3.1. Formación de Puerto Madero

Antiguamente llamado San Benito, Puerto Madero se pobló a finales del siglo XIX con gente proveniente de Guerrero y Oaxaca, de los municipios cercanos y en menor proporción de Guatemala (Ortiz, 1993).

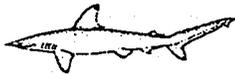
La principal actividad de los pobladores era la agricultura, igualmente criaban animales de corral y ocasionalmente pescaban en aguas interiores. El pescado no tenía importancia comercial porque no había quien lo comprara, lo único que se llegaba a vender en Tapachula eran las mojarras (Ortiz, 1993).

En ese tiempo, el cultivo del café se extendió rápidamente en la región del Soconusco debido a sus condiciones climatológicas idóneas, además, la demanda de este producto iba en vertiginoso aumento. Como consecuencia, la inversión del capital nacional y extranjero se incrementó considerablemente en esa zona (Ortiz, 1993).

1.5.3.2. Del café al tiburón

Durante los primeros años del siglo XX Bruno Mijares, un rico español, llegó a un arreglo con las autoridades federales para realizar la apertura del Puerto de San Benito, con la finalidad del embarque del café, ya que no había ferrocarril (Ortiz, 1993).

“La creación del puerto no impulsó la pesca pero le dio vida al pueblo” (Ortiz, 1993:14). Posiblemente las nuevas fuentes de trabajo propiciaron el



arribo de nuevos pobladores, lo cual pudo obligar a la explotación de recursos que hasta ese momento no se habían considerado plenamente como la ribera del mar y las aguas interiores (Ortiz, 1993).

Anteriormente a 1912 la pesca se realizaba en los esteros y usando atarraya en la orilla del mar donde había recodos. Esta actividad comenzó a ser más frecuente, tal vez para el auto consumo, sin embargo, es posible que al haber un excedente éste se comercializara o a intercambiara por otros productos (Ortiz, 1993).

Puerto Madero se transformó en ejido en 1943 debido a la dotación de tierras que hizo Manuel Ávila Camacho. Esto pudo haber ocasionado la llegada de nuevos pobladores al lugar. Años más tarde el pueblo se consideraba agricultor y pescador, llevando a cabo esta última actividad en los esteros (Ortiz, 1993).

La pesca seguía desarrollándose. Ulteriormente a la atarraya de ixtle, el anzuelo y el arpón fueron elaborados de forma artesanal con mangle y palo fierro. De la misma forma, aprovechando la abundancia de árboles como el cedro, la ceiba y el huanacaxtle, se comenzó la fabricación de canoas y cayucos; con esto la pesca fue adquiriendo carácter sistemático (Ortiz, 1993).

A bordo de cayucos y con atarraya se pescaba camarón verde de estero, mientras con arpón se capturaba pejelagarto y con anzuelo especies de escama; esta labor se efectuaba durante la noche. Asimismo, la pesca se trasladó a la ribera del mar, utilizando línea del número treinta y anzuelos de tres pulgadas se obtenía robalo, cazón, roncadador, jurel, jurelito y mero (Ortiz, 1993).

Mientras en el Pacífico norte la pesca de tiburón estaba ampliamente difundida desde los años treinta, en Puerto Madero comenzó a desarrollarse en los años sesenta. Santiago Sarabia, poblador de Tapachula, diseñó una embarcación mediana a la que llamo contiki (Figura 1.5.3.2.1), en la cual los pescadores trasladaban redes y anzuelos para la captura de tiburón (Ortiz,



1993).

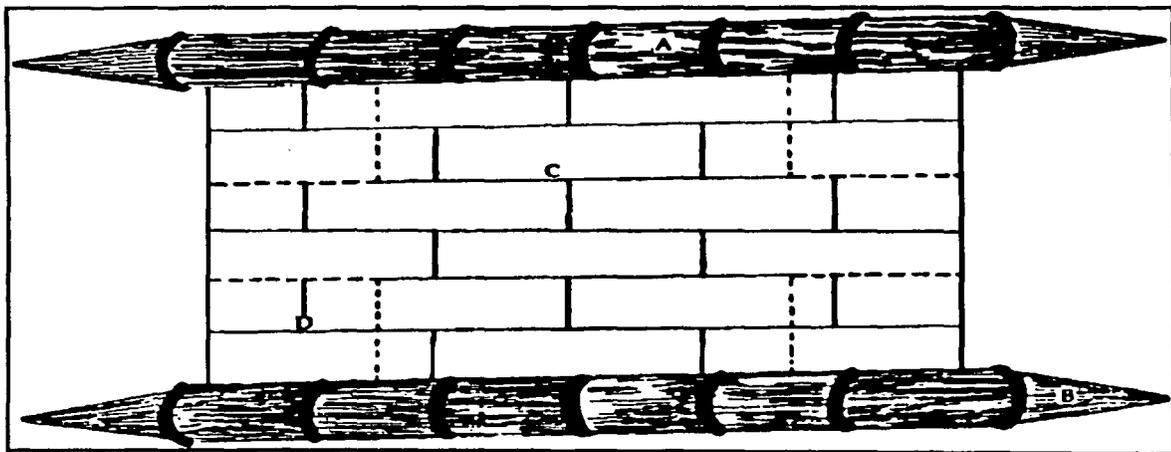
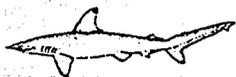


Figura 1.5.3.2.1. Contiki, formado por dos hileras de tambos soldados entre sí que hacían la función de flotadores (A), en cuyos extremos llevaban una punta de hierro (B). Estas hileras estaban soldadas a una tarima de hierro recubierta de madera (C), en cuyas esquinas había una baranda de varillas de medio metro (D), que servía para que la gente se sostuviera mientras pescaban. Tomado de Ortiz (1993).

La pesca se efectuaba a quince o veinte brazas o a un kilómetro de la costa, capturando incluso hasta trescientos tiburones, a los cuales amarraban con un cabo por la aleta caudal formando grupos de veinte a treinta, posteriormente les colocaban bidones vacíos para evitar su hundimiento, nadaban con el cabo hasta la playa y lo jalaban para sacar el producto (Ortiz, 1993).

Otros dos habitantes de Tapachula, Leoncio Molet y Nielsen, siendo los únicos compradores de tiburón, trasladaban directamente la producción a la ciudad de México. Esta comercialización estimuló las innovaciones tecnológicas para la explotación posterior de este recurso (Ortiz, 1993).

El contiki fue transformándose, primero se le adaptaron remos y posteriormente un chasis de automóvil para dejarlo fondeado y adicionarle un motor. Años más tarde, utilizaron canoas de huanacaxtle de siete u ocho



metros de eslora con motor estacionario de gasolina de treinta y ocho y cincuenta caballos de fuerza; ulteriormente, el motor fue sustituido por el de fuera de borda de tres pistones. Con las nuevas embarcaciones los tiburones eran capturados con anzuelos y redes (Ortiz, 1993).

1.5.3.3. El esplendor de la pesca de tiburón

A partir de su constitución como ejido, Puerto Madero fue perdiendo tierras hasta que en 1973 se expropió la última porción de ellas con el objeto de construir el muelle y las instalaciones portuarias. Fue hasta el 1° de junio de 1975 cuando se dio paso a la navegación de altura (Ortiz, 1993).

El punto más significativo para el auge de esta actividad se dio cuando los pescadores Francisco Lagunes, Donato Rivera, Carlos Castillo y Jesús García (este último era el único comprador de tiburón), sustituyeron las embarcaciones "artesanales" por modernas lanchas de fibra de vidrio con motor Yamaha fuera de borda de cuarenta y ocho caballos de fuerza, brindando con ello la seguridad y posibilidad de expandir el área de pesca (Ortiz, 1993).

En ese entonces, se utilizaban cimbras de cadenas con destorcedores y grilletes provistas de anzuelos noruegos mayor a los veinte centímetros. Cada cimbra tenía un máximo de treinta anzuelos y se utilizaba una por embarcación, empleando como carnada la tonina y el delfín (Ortiz, 1993).

En los años ochenta se continuó el dragado del puerto, lo cual afectó a las pampas de agua (Nota 1), ya que el número de peces y crustáceos disminuyó considerablemente. Esto obligó a algunas personas que vivían de la pesca en aguas interiores a comprarle a los barcos camarón y pescado para revenderlo (Ortiz, 1993).

De ser un pueblo agricultor pasó a ser totalmente pesquero. La escasez de tierra para cultivar y la disminución de los recursos en aguas interiores propiciaron que gran parte de la población del puerto vieran al mar como la fuente de sustento diario; de esta manera, se inició la captura de tiburón en



forma intensiva. Igualmente, la demanda de este producto principalmente en el mercado de La Viga, Distrito Federal, motivó a muchas personas a comprar embarcaciones para dedicarse a esta actividad (Ortiz, 1993).

Intermediarios de Veracruz y Puebla iban a Puerto Madero a comprar el tiburón, propiciando la realización de subastas en la playa. Posteriormente, bodegueros de La Viga comenzaron a comprarlo directamente (Ortiz, 1993).

Desde ese momento Puerto Madero se dio a conocer como *pueblo tiburonero*. La abundancia del recurso permitió a los primeros pescadores convertirse en permisionarios, de la misma forma, comenzaron a llegar personas de otros lugares y con el paso del tiempo se convirtieron en fuertes permisionarios (Ortiz, 1993).

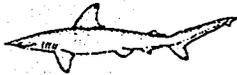
A partir de 1981 Chiapas recibió el apoyo del gobierno federal así como también un gran interés por parte de inversionistas del sector privado (Castillo *et al.*, 1997).

A mediados de los ochenta aumentó el flujo de centroamericanos que llegaban al puerto huyendo de la guerra en sus países en busca de trabajo, la mayoría se hicieron pescadores (Ortiz, 1993).

En 1985 la comercialización de tiburón se desarrolló plenamente. La demanda de aletas se incrementó principalmente por los intermediarios de la ciudad de México, quienes la exportaban a Estados Unidos de América, y por los propietarios de restaurantes de comida china de Tapachula (Ortiz, 1993).

La utilización del sistema seco-salado para la conservación de la carne, conocido desde la década anterior pero sin ser utilizado a gran escala, cobró especial importancia debido al alto costo que representaba el sistema de enfriamiento, en el cual se necesitaba emplear una gran cantidad de hielo para mantener el producto fresco (Ortiz, 1993).

El incremento de los volúmenes de captura de tiburón obligó a los pescadores a internarse treinta o cuarenta millas mar adentro para pescarlo



debido a que su presencia en la costa fue disminuyendo. Los motores de cuarenta y ocho caballos de fuerza fueron sustituidos por los de setenta y cinco y ochenta y cinco caballos de fuerza. En ese mismo año, comenzaron a emplearse brújulas y ecosondas gráficas, igualmente, se hizo popular el uso de las redes agalleras de dieciséis y dieciocho pulgadas de luz de malla, las cuales ulteriormente tuvieron que ser reducidas a doce pulgadas por ser menor el tamaño de los tiburones capturados (Ortiz, 1993).

El empleo de la ecosonda gráfica no se extendió debido a que se requería una especialización y mayor conocimiento en el oficio que sólo tienen algunos pescadores (Ortiz, 1993).

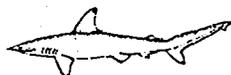
El avance de la pesca continuó en la región al conocerse la cimbra japonesa (Nota 2), provista de resistentes anzuelos de acero de aproximadamente tres pulgadas, los cuales sustituyeron a los anzuelos noruegos. Además, se generalizó el uso del trasmallo de hilo monofilamento o prolón (Nota 3), y el trasmallo de seda de doce pulgadas de luz de malla se redujo a diez pulgadas (Ortiz, 1993).

De acuerdo al incremento en la captura de tiburón, cada vez más personas participaron en esta actividad, incluyendo a los centroamericanos recién llegados al lugar (Ortiz, 1993).

Hasta el 31 de diciembre de 1998 Puerto Madero contaba con un total de 4,840 embarcaciones inscritas en el Registro Nacional de Pesca, de las cuales 321 se dedicaban a la pesca de tiburón, tanto en embarcaciones menores como mayores (INEGI, 1999) (Cuadro 1.5.3.3.1).

La población consagrada a la actividad pesquera estaba integrada por 10,109 personas, quienes formaban parte de dos grandes grupos: el sector social, siendo mayoría y el privado (INEGI, 1999) (Cuadro 1.5.3.3.2).

A la fecha antes citada había un total de 262 permisos vigentes para ejercer la pesca comercial por parte del sector social y privado, de los cuales 41 estaban destinados al recurso tiburón y la mayor parte de éstos



Cuadro 1.5.3.3.3. Permisos vigentes para ejercer la pesca comercial por sector según especie. Al 31 de diciembre de 1998.

Especie	Total	Social	Privado
Total	262	156	106
Escama	135	89	46
Tiburón	41	6	35
Camarón de estero	36	36	0
Postlarvas de camarón	14	10	4
Camarón de altamar	29	9	20
Jaiba	3	3	0
Langostino	3	3	0
Conchas y caracoles de manto	1	0	1

Fuente: INEGI (1999).

1.5.4 Producción de tiburón en Chiapas

Hasta 1980 la pesca de tiburón en Chiapas era considerada poco desarrollada debido a su producción anual, la cual no sobrepasaba las 300 toneladas (Castillo *et al.*, 1997).

Los mayores volúmenes de captura registrados durante los años ochenta se presentaron en 1988 y 1989 con 4,960 y 4,463 toneladas respectivamente (SEPESCA, 1992), convirtiéndose en esa década en el tercer estado productor de tiburón en el país, con un promedio anual de 2,991 toneladas (SEPESCA, 1981, 1982, 1984, 1985a, 1985b, 1986, 1988a, 1988b, 1992).

A principios de los noventa se registró la captura histórica más alta del estado con 6,725 toneladas durante 1991, siendo el promedio anual de esa década 4,034.9 toneladas (SEMARNAP, 1997), superando a la anterior por 1,043.9 toneladas. Sin embargo, de 1992 a 1999 se presentaron fluctuaciones y disminución en los volúmenes de captura, con un promedio de 3,727.13 toneladas en ese período (SEMARNAP, 1997, 1998, 2000) (Figura 1.5.4.1).

La mayor parte de la producción de Chiapas se canaliza como alimento para consumo humano a la Ciudad de México en diferentes presentaciones (Castillo *et al.*, 1997).

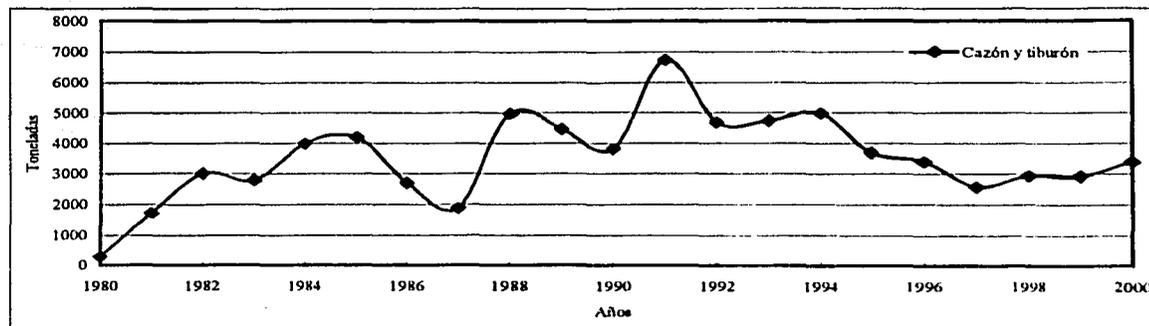


Figura 1.5.4.1. Serie histórica de la producción de tiburón en Chiapas, 1980-2000. La información presentada engloba las categorías cazón y tiburón, según estadísticas pesqueras de la Secretaría de Pesca.

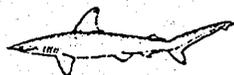
Fuente: SEPESCA (1982, 1984, 1985a, 1985b, 1986, 1988a, 1988b, 1992), SEMARNAP (1997, 1998, 2000), SAGARPA (2001).

1.6 Justificación

El Instituto Nacional de la Pesca a través de la Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros, en coordinación con el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar de Puerto Madero y la Asociación de Pescadores y Permisarios Libres de Escama y Tiburón de la Costa de Chiapas A. C., iniciaron en junio de 1996 un proyecto de investigación, dentro del cual se derivó el presente trabajo.

En virtud de las insuficientes investigaciones realizadas respecto de los elasmobranchios y los actuales niveles de producción de tiburón en nuestro país, se considera prioritario contribuir al conocimiento de la biología y pesquería de *Sphyrna lewini*, una de las especies más abundantes de Puerto Madero, Chiapas, con la intención de estimar los volúmenes de capturas que se generan en esta zona, así como su vulnerabilidad por la acción de esta actividad, aportando de esta manera bases para poder realizar un plan de manejo adecuado con el fin de proteger y conservar las fuentes de alimento y empleo que han sido generadas hasta nuestros días.

Por ser una región cuya historia pesquera es reciente, llama la



atención que en las dos últimas décadas se ha convertido en uno de los puertos con mayor índice de capturas de tiburón en todo el país. Siendo la localidad más importante del estado que ha puesto su atención en este recurso, cuenta con una flota pesquera activa durante todo el año, capturando además especies de escama como bagre, dorado, huachinango, sierra, vela, marlín, entre otras.



2. ANTECEDENTES

La ciencia avanza a pasos, no a saltos.
Thomas Babington Macaulay

Los primeros trabajos reportados sobre elasmobranquios en los Estados Unidos Mexicanos, surgen a mediados de los años sesenta enfocados hacia el conocimiento de las distintas especies presentes en las capturas comerciales de ambos litorales del país. Conforme transcurrió el tiempo, los listados de dichas especies se fueron enriqueciendo, así como la información biológica y pesquera disponible, sin embargo, hasta la fecha hay un gran desconocimiento de las especies poco frecuentes en las capturas.

Castro-Aguirre (1965a,b), realizó el primer registro de dos elasmobranquios en aguas mexicanas, mencionando su descripción y distribución; además hizo una investigación sobre los batoideos, proporcionando una clave para la identificación de los subórdenes, familias, géneros y especies que se encuentran en territorio nacional. Incluyó un glosario de términos morfológicos utilizados en la descripción de los organismos y en las claves. Asimismo (1965c), publicó un trabajo sobre el aprovechamiento de tiburones y rayas de los Estados Unidos Mexicanos.

En 1967, Castro-Aguirre realizó un catálogo sistemático y descriptivo de los tiburones presentes en aguas mexicanas, registrando 68 especies reunidas en 7 subórdenes, 15 familias y 30 géneros, de acuerdo a la clasificación propuesta por Bigelow y Schroeder en 1948.

Por su parte, Hernández-Carvallo (1971), describió las especies de tiburones de importancia comercial que habitan en las costas mexicanas, las artes de pesca utilizadas, la industrialización, proceso y el aprovechamiento de este recurso.

En 1976 Severino y Simeón (en Anislado, 1995), en un manual sobre el uso del palangre para la pesca de tiburón, resumieron las principales causas de la explotación no controlada del recurso, siendo las siguientes:



-
-
- Falta de conocimiento de la actividad pesquera en un gran número de pescadores mexicanos.
 - Carencia de fábricas o procesadores de los diversos derivados del tiburón.
 - Desconocimiento de las artes y métodos de pesca.
 - Falta de embarcaciones apropiadas para la pesca.
 - Deficiente promoción para el consumo de las especies.

La Secretaría de Industria y Comercio (1976), a través de la Subsecretaría de Pesca y el Instituto de Investigaciones Biológico-Pesqueras publicaron el *Catálogo de peces marinos mexicanos*, el cual contiene una lista sistemática de 3 órdenes, 9 familias, 14 géneros y 21 especies de tiburones encontrados en ambos litorales del país, con esquemas de los principales caracteres taxonómicos, claves para la identificación de familias, géneros y especies, datos sobre distribución, ilustración de los organismos y un listado de nombres vernáculos y científicos de los mismos.

En 1978, Castro-Aguirre realizó un catálogo de peces marinos de las aguas continentales de los Estados Unidos Mexicanos, tomando en cuenta el antiguo orden Selachii, 3 familias, 7 géneros y 12 especies de tiburones. También hizo una reseña de la distribución mundial y nacional de los aspectos zoogeográficos, ecológicos y algunas notas importantes sobre las especies en cuestión.

Applegate *et al.* (1979), elaboraron un manual sobre la biología y pesquería de los tiburones mexicanos. Describieron la captura y utilización del recurso, las zonas de pesca, la terminología morfológica, algunas técnicas de muestreo e ilustraron las especies más comunes encontradas en aguas mexicanas.

Castro-Aguirre (1981), hizo un listado sistemático de las especies de la familia Scyliorhinidae registradas en el Pacífico mexicano, así como una clave para su identificación. Además, realizó una descripción completa de *Cephalurus cephalus*, y presento información sobre su alimentación,



crecimiento, reproducción, hábitat, distribución geográfica y batimétrica, relación peso-longitud y una comparación con especies afines.

En 1983, Castro-Aguirre realizó un análisis de la distribución de los elasmobranquios, reconociendo 34 géneros, 17 familias y 65 especies de tiburones, así como 57 especies de rayas. Señaló una mayor diversidad en el Pacífico a diferencia del Golfo de México y resalto la temperatura como un parámetro ambiental que más influye en la distribución y abundancia de estos organismos, sobre todo en las regiones tropicales y subtropicales.

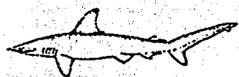
Castillo-Géniz (1989, 1990, 1991), mostró los aspectos básicos de la anatomía y fisiología de los tiburones, así como una reseña de la pesquería, la problemática existente y las futuras líneas de investigación a seguir en esta actividad.

Torres-Orozco (1991), en su libro titulado *Los peces de México*, hizo una descripción de los aspectos generales de la biología, taxonomía y distribución en nuestro país de 17 elasmobranquios, citando además algunos de importancia comercial.

En 1992, Castillo-Géniz hizo un diagnóstico de la pesca de tiburón de ambos litorales del país, dando a conocer la información biológica y pesquera generada en los años ochenta. Además, aportó algunas recomendaciones para la explotación racional e integral del tiburón.

Applegate *et al.* (1993), hicieron una revisión de la pesca mexicana de tiburón, destacando las diferentes instituciones que han intervenido en el estudio de este recurso. Formularon un listado de 85 especies de tiburones, consideraron 45 de importancia comercial.

La Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar en su publicación titulada *El tiburón y su entorno* (1994), mostró un panorama general sobre el estudio de los tiburones, tratando temas como: la pesquería y su aprovechamiento integral, descripción e ilustraciones de las especies más comunes en nuestro país y un análisis bibliográfico del recurso tiburón.



Romeu (1995), realizó una breve reseña de la actividad pesquera, aprovechamiento y problemática del tiburón.

Conforme la pesca de elasmobranquios se fue desarrollando, las investigaciones fueron integrando la problemática social y económica de las poblaciones implicadas, así como los beneficios para algunos sectores en particular.

2.1 Investigaciones realizadas en Chiapas

Han sido pocos los trabajos realizados sobre la pesca de tiburón en Chiapas y en particular en Puerto Madero. En 1981, Virgen *et al.* (en Sierra, 1995), realizaron cuatro cruceros de pesca experimental de tiburón desde Salina Cruz, Oaxaca, hasta Puerto Madero, Chiapas. Los objetivos de este estudio estuvieron enfocados a aspectos de tecnología de capturas, razón por la cual no se reportaron las especies de tiburones capturadas.

Mendizabal *et al.* (1990), realizaron seis cruceros comerciales desde la boca del Golfo de California hasta el Golfo de Tehuantepec, de septiembre a octubre de 1986 y de julio a agosto de 1987, cuantificando los ejemplares capturados por especie, así como relacionar sus abundancias máximas, medias y mínimas con datos de temperatura, profundidad y fase lunar, observando que los límites de temperatura de la termoclina variaron de cuatro a seis grados centígrados en las especies en cuestión.

Ortiz-Segura (1993), hizo una descripción a partir del origen de la pesca de tiburón en Puerto Madero, Chiapas. Explicó como adquirió importancia esta actividad, las artes de pesca y embarcaciones utilizadas, el procesamiento del producto, sistema de manejo y la problemática social en la región.

Sierra-Rodríguez (1995), realizó un análisis preliminar de la pesca de tiburón en Puerto Madero, Chiapas, reportando las capturas en la forma local de su registro: tiburón, cornuda y cazón.

Mendizabal y Oriza (1995), proporcionó información sobre la biología



reproductiva, edad y crecimiento, natalidad, mortalidad, tasa de explotación y diagnóstico de las poblaciones de *Alopias vulpinus* y *Carcharhinus limbatus* en el área comprendida entre el Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec.

2.2 Estudios sobre *Sphyrna lewini*

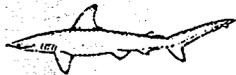
Sphyrna lewini es el componente principal de muchas pesquerías en el ámbito mundial y nacional, y en algunos casos es la especie que sostiene esta actividad al ser uno de los tiburones más abundantes de aguas tropicales (Castro, 1983; Compagno, 1984b; Torres, 1999). La captura total de la cornuda común en Taiwan es valuada en un millón de dólares americanos por año, asimismo, los tiburones están entre los recursos alimenticios más cotizados (Chen *et al.*, 1990).

Debido a su importancia económica, enigmático aspecto, así como al desconocimiento de la congregación de los grandes bancos migratorios de tiburones martillo observados en los océanos, esta especie ha sido y sigue siendo objetivo de innumerables estudios en los distintos ámbitos de la ciencia.

2.2.1. Investigaciones internacionales

Gilbert (1967a,b), describió los aspectos taxonómicos y biológicos de las especies de tiburones que componen la familia Sphyrnidae, como su filogenia, el cambio de las estructuras corporales de los organismos con el crecimiento, historia de vida, ecología y zoogeografía. Además, realizó la diagnosis de la familia, género, subgénero y especies existentes en el mundo, detallando en estas últimas sus características biológicas, taxonómicas y ecológicas.

Clarke (1971), realizó un estudio sobre el tiempo de residencia y los movimientos realizados por neonatos de *Sphyrna lewini* mediante marcado y recaptura, en la bahía de Kaneohe, Oahu, Hawaii, siendo el período de nacimientos más abundante entre abril y octubre. Durante el día las crías



permanecieron en las áreas más turbias, desplazándose al anochecer hacia los arrecifes donde se alimentan de peces y crustáceos. Su residencia máxima en la bahía es de tres a cuatro meses y aparentemente se desplazan a áreas cercanas a la costa.

Los adultos se presentaron en zonas costeras en el mismo periodo, posiblemente para dar alumbramientos y copular; además, los picos de calamar encontrados en sus estómagos fueron un indicador de que habitan en regiones pelágicas el resto del año, posiblemente encontrándose bajo las capas superficiales (Clarke, 1971).

En cuanto a los organismos adultos Clarke (1971), observó que de los 43 capturados en la bahía todos fueron machos, presentándose en un intervalo de 192-272 centímetros de longitud total con una media de 248 centímetros. Todos excepto uno, capturado en enero de 1968, fueron capturados entre marzo y septiembre, los cuales tenían mixopterigios maduros y de 9 examinados internamente notó que transportaban esperma maduro.

Hembras adultas habían sido colectadas en la bahía en años previos, los reportes concuerdan en que todas fueron aproximadamente de un metro de longitud mayor que los machos y éstas normalmente se encontraron con embriones bien desarrollados (Clarke, 1971).

Subsecuente, Clarke (1971), examinó dos hembras capturadas en el arrecife poco profundo al sudeste del Canal Sampan, justo a la salida de la Bahía Kaneohe. La primera de 304 centímetros de longitud total fue capturada con siete crías, además, ocho neonatos con la cicatriz umbilical evidente fueron capturados en la misma red. La otra hembra de 294 centímetros de longitud total juzgada por la condición de sus úteros, había tenido un alumbramiento y copulado recientemente, ya que fueron encontradas heridas frescas y superficiales en su costado izquierdo, entre las aletas dorsales, además, esperma vivo estaba presente en los úteros.



El Programa Tiburón de la Bahía Kaneohe tenía 1,727 registros de *Sphyrna lewini*, capturados principalmente fuera de la bahía. De estos, solamente 22 fueron capturados en la misma, 11 de los cuales fueron cinco crías y seis machos adultos (Clarke, 1971).

Fuera de la bahía, de marzo a septiembre en cuatro localidades distintas: Oahu, Kauai, Molokai y Niihau, se capturaron tres machos de 210 a 260 centímetros de longitud total, una hembra de 214 centímetros de longitud total inmadura y otra de 309 centímetros de longitud total con 31 embriones, cuyo promedio fue de 44.7 centímetros, más pequeños que el promedio de las crías de la Bahía Kaneohe, siendo éste 53.2 (Clarke, 1971).

Además, Clarke (1971), observo durante primavera y verano, adultos y crías de *Sphyrna lewini*, encontrados en estuarios poco profundos o áreas protegidas por todas las islas cercanas a Bahía Kaneohe. Los adultos presentes en la bahía fueron machos, a excepción de uno capturado en enero de 1968, todos fueron capturados entre marzo y septiembre, los cuales tuvieron mixopterigios maduros y de nueve examinados, todos transportaban esperma maduro.

Schwartz (1983), hizo una revisión de los métodos para la estimación de edad y crecimiento y calculó estos parámetros para *Sphyrna lewini* y *Carcharhinus obscurus*, capturados en Carolina del Norte por la flota atunera.

Castro (1983), en su libro: *Tiburones de aguas del norte de América*, describió las características diagnósticas de *Sphyrna lewini*, su similitud con otras especies, distribución, hábitat, reproducción (tallas de nacimiento y madurez sexual), la relación con el hombre y la actividad pesquera.

Compagno (1984b), en su catálogo sobre los tiburones del mundo hizo una descripción de *Sphyrna lewini*, en la cual menciona las sinonimias de esta especie, sus características diagnósticas, distribución geográfica mundial, hábitat, conducta e información sobre sus aspectos reproductivos.



Branstetter (1987), estimó los patrones de edad y crecimiento y proporcionó datos de la biología reproductiva de *Carcharhinus falciformis* y *Sphyrna lewini*, en el noroeste del Golfo de México. Mediante el modelo de von Bertalanffy obtuvo la talla de nacimiento, siendo ésta a los 49 centímetros de longitud total.

En su estudio documentó un mayor número de hembras que de machos, pero solamente una hembra madura no grávida fue capturada a diferencia de 11 machos maduros sexualmente. Observó dos hembras inmaduras, una no virgen de 236 centímetros de longitud total y otra de 240 centímetros de longitud total cuyas edades fueron 14.8 y 13.6 años respectivamente, además, una hembra madura no grávida de 249 centímetros de longitud total de 16.8 años había tenido crías recientemente (Branstetter, 1987).

Respecto de los machos, la mayor talla registrada de organismos inmaduros grandes fue de 173 centímetros de longitud total. El macho maduro más pequeño de 195 centímetros de longitud total y el más grande de 213 centímetros de longitud total tuvieron una edad estimada de 9.8 y 11.6 años respectivamente (Branstetter, 1987).

Branstetter (1987), sugirió para el Golfo de México que las hembras maduran cerca de los 250 centímetros de longitud total, más o menos a los 15 años, mucho más grandes que los machos, ya que la madurez de éstos es aproximadamente a los 180 centímetros de longitud total, entre 9 y 10 años.

En 1988, Chen *et al.* describieron la biología reproductiva de *Sphyrna lewini* mediante muestreos efectuados en el mercado de pescados de Nan Fa Ao, Taiwan, durante dos periodos de estudio, el primero de septiembre de 1982 a junio de 1983, el segundo de diciembre de 1983 a septiembre de 1985. Obtuvieron registros de 674 organismos, 541 hembras y 133 machos, siendo la proporción de sexos de tiburones inmaduros: 1:0.44, contrastando con la proporción de organismos maduros, 1:0.20. No observaron un



incremento aparente en el número relativo de machos en las capturas durante la temporada de alumbramiento, sin embargo, cabe destacar que el componente principal fueron hembras sexualmente maduras.

Basados en la condición de los úteros y ovario de la cornuda común, Chen *et al.* (1988), mencionaron que las hembras llegan a la madurez sexual aproximadamente a los 210 centímetros de longitud total, reafirmando lo anterior al observar que todas las hembras muestreadas de 230 centímetros de longitud total fueron maduras.

Basados en la rigidez de los mixopterigios, apuntaron que los machos alcanzaron la talla de primera madurez sexual a los 198 centímetros de longitud total, y a partir de los 210 centímetros de longitud total todos fueron maduros (Chen *et al.*, 1988).

Asimismo, en 110 hembras grávidas con un intervalo de 230–320 centímetros de longitud total, cuantificaron de 12 a 38 embriones (incluyendo embriones y ovocitos), con un promedio de 25.8 centímetros. Además, observaron que el tamaño de la camada en términos del número de ovocitos ováricos incrementó con la longitud de la hembra preñada (Chen *et al.*, 1988).

Igualmente, registraron el sexo de 1,281 embriones provenientes de 51 hembras, de los cuales 637 fueron hembras. La proporción de sexos en los embriones fue distinta por camada, predominando en algunas los machos y en otras las hembras. Sin embargo, la proporción de sexos global fue de 1:1.01 (Chen *et al.*, 1988).

Además, Chen *et al.* (1988), estimaron un período de 10 meses desde la formación del ovocito a la ovulación. Observaron durante octubre y noviembre ovocitos muy pequeños midiendo aproximadamente 2 milímetros de diámetro, en el mes de julio éstos midieron entre 30–38 milímetros, habiendo entre 40 y 50 por hembra, mientras que en agosto y septiembre el tamaño fue entre 40–45 milímetros. En septiembre una hembra madura



presentó 28 ovocitos uterinos y 4 ovocitos ováricos, los cuales midieron 45 milímetros de diámetro, sugiriendo que estos últimos estaban listos para la ovulación. Debido a que los ovocitos ováricos mayores a 30 milímetros de diámetro parecen estar cerca a la ovulación, los autores concluyeron que ésta ocurre entre los meses de julio y octubre.

Con base en lo anterior, la temporada de alumbramiento en aguas de Taiwan se presenta a finales de mayo a julio y el período de gestación de esta especie fue estimado aproximadamente en 10 meses, habiendo ausencia de embriones durante julio y agosto. Después de nueve meses o más de rápido desarrollo, los embriones alcanzaron una longitud aproximada de 45 centímetros de longitud total en el período entre mayo y junio (Chen *et al.*, 1988).

La relación cercana del patrón de crecimiento de los embriones uterinos y los ovocitos ováricos dan a entender que los ovocitos son transferidos dentro de los úteros y fertilizados inmediatamente después del parto. Con base en la estimación de 10 meses de gestación propuesta por Chen *et al.* (1988), las hembras presentan alumbramientos una vez al año.

En 1989, Stevens y Lyle describieron aspectos biológicos de tres tiburones martillo, *Eusphya blochii*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna lewini*, en aguas del norte de Australia. Con relación a la última especie mencionada, la proporción de sexos en embriones fue casi una relación uno a uno donde las hembras representaron el 53 por ciento, en cambio, el porcentaje de sexos observados en neonatos mostraron un predominio significativo de machos, ocupando el 69 por ciento de 5,528 organismos.

Igualmente, observaron que el índice gonadosomático en machos llegó a su máximo de septiembre a diciembre, sugiriendo que el apareamiento ocurre en este período. Uno o dos organismos con cicatrices de cópula fueron registrados en enero, el otro en marzo (Stevens y Lyle, 1989).

En cuanto a las hembras, los datos de la variación estacional del índice



gonadosomático, diámetro máximo del ovario y tamaño de las crías fueron pocos y no mostraron una clara tendencia. Por otra parte, tres organismos en condiciones preovulatorias fueron capturados entre enero y marzo, lo cual sugiere que la ovulación se puede presentar en este intervalo de tiempo. La presencia de cuatro hembras preñadas en un periodo cercano (todas con crías de 48 centímetros de longitud total), capturadas entre octubre y enero, con una actividad reproductiva en febrero, sugiere que el periodo de nacimiento puede prolongarse (Stevens y Lyle, 1989).

El periodo de gestación estimado para *Sphyrna lewini* en aguas del norte de Australia fue de 9 a 10 meses, tomando en cuenta que la ovulación ocurre de enero a marzo y el nacimiento de octubre a enero. A medida que los embriones registrados fueron de 49.5 centímetros de longitud total y el neonato más pequeño fue de 46.8 centímetros de longitud total, el tamaño al nacimiento estimado es de 45-50 centímetros de longitud total (Stevens y Lyle, 1989).

Por lo anterior Stevens y Lyle (1989), concluyeron que no tuvieron datos suficientes para determinar la frecuencia de procreación de las hembras, así como tampoco fue claro si todos los machos se reproducen anualmente, cuando el índice gonadosomático de algunos organismos durante el periodo de apareamiento sugerido (septiembre a diciembre), es similar para valorar algunos individuos fuera de este periodo.

Por otra parte, aunque no registraron un intervalo de tallas en su estudio, pusieron de manifiesto que los organismos más grandes correspondieron a hembras de 316 centímetros de longitud total en comparación con los machos que alcanzaron los 239 centímetros de longitud total. Además, mediante observaciones de la pesca comercial apuntaron que la talla máxima para hembras y machos fue de 346 y 301 centímetros de longitud total respectivamente (Stevens y Lyle, 1989).

En 1990, Chen *et al.*, mediante registros obtenidos de los mercados de



pescado de Tashi y Nan Fan Ao, determinaron la edad y crecimiento de *Sphyrna lewini* con base en los anillos formados en las vértebras de organismos provenientes de las aguas del noreste de Taiwan. La edad de madurez estimada para esta especie mediante el modelo de von Bertalanffy de datos calculados por regresión fue de 4 años para hembras y 3.8 años para machos, así como también calcularon la edad y talla máxima, siendo de 14 años y 331 centímetros de longitud total para hembras y 10.6 años y 301 centímetros de longitud total para machos. En cuanto a la proporción de sexos, reportaron un claro predominio de las hembras con 276 organismos por 49 machos.

Holland *et al.* (1992, 1993), mediante técnicas de telemetría acústica y telemetría ultrasónica, hicieron un seguimiento de los movimientos realizados por neonatos de *Sphyrna lewini* en la bahía de Kaneohe, Oahu en Hawaii.

Por su parte, Simpfendorfer y Milward (1993), reportaron el uso de la bahía Cleveland en Australia, como área de crianza por al menos ocho especies de tiburones, siendo una de estas *Sphyrna lewini*.

Crow *et al.* (1995), reportaron en dos de cinco especímenes de *Sphyrna lewini* capturados en mayo de 1987 en Hawaii y mantenidos en cautiverio, desarrollaron gránulos con segregación de fluido producto de una dermatitis micótica localizada en la línea lateral. Las lesiones inicialmente fueron notadas en los canales cefálicos, pero después de algunos meses se extendieron a la línea lateral, siendo identificadas como las causantes al hongo *Fusarium solani* y a las bacterias *Vibrio damsela* y *Vibrio alginolyticus*.

Este es el primer reporte de infección de *Fusarium solani* en *Sphyrna lewini* así como de una infección en los canales de la línea lateral, siendo además, el tercer reporte de infección en tiburones martillo (Crow *et al.*, 1995).



2.2.2. Estudios en los Estados Unidos Mexicanos

Hernández-Carvalho (1967), proporcionó una guía de identificación de las cinco especies del género *Sphyrna* encontradas en Mazatlán, Sinaloa, mencionando las características morfológicas, importancia comercial y distribución de cada una de ellas.

Klimley (1981), describió el comportamiento de agregación en cardumen del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Golfo de California y proporcionó algunos elementos como posibles explicaciones de la conducta presentada por estos organismos.

En 1982, Saucedo (en Castillo, 1992), mencionó que una de las especies más abundantes en las capturas comerciales de Mazatlán, Sinaloa, fue *Sphyrna lewini*.

Klimley y Nelson (1984), hicieron el seguimiento de los patrones diarios de movimientos del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en la montaña submarina de El Bajo Espíritu Santo en el Golfo de California. Marcaron cien tiburones y realizaron el seguimiento de trece de ellos mediante telemetría ultrasónica. Observaron desplazamientos en grupo y organismos solitarios, por lo cual los autores mencionaron que este sistema social describe un sistema de refugio.

Klimley (1985), describió el comportamiento en cardumen del tiburón martillo *Sphyrna lewini* comparándolo con el de algunos teleósteos. Este estudio se realizó en las islas Cerralvo, Las Arenitas, El Bajo Espíritu Santo y El Bajo Gorda en el Golfo de California. El autor argumenta que esta agrupación obedece a un comportamiento social y no a la protección contra la depredación, como en el caso de los teleósteos.

Klimley (1987), observó en el Golfo de California que las hembras de *Sphyrna lewini* se segregan de los machos moviéndose hacia fuera de la costa antes que ellos, se alimentan en ese período en gran proporción de especies pelágicas con mucho más éxito y crecen más rápido que los machos.



Además, afirma que estas estrategias son adaptativas porque el tamaño del cuerpo de una hembra en gestación debe ser más grande en comparación con el requerido por un macho para la producción de espermatozoides para fertilizar los ovocitos, esto se evidencia por el hecho de que las hembras maduran a una talla mayor que los machos.

Los datos de capturas de este trabajo indicaron que las hembras de *Sphyrna lewini* migraron hacia fuera de la costa a una talla más pequeña que los machos, debido a la mayor frecuencia con que se capturan en aguas profundas. Hembras de 74 a 125 centímetros de longitud total fueron capturadas a una profundidad de 50 metros, mientras los machos del mismo intervalo de clase fueron capturados a una profundidad de 25 metros (Klimley, 1987).

Klimley y Butler (1988), describieron los patrones de movimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* y de diez especies de peces pelágicos provocados por los cambios en las masas de agua en la montaña submarina de El Bajo Espíritu Santo, en el Golfo de California. Dieciocho tiburones fueron marcados y seguidos por medio de un microprocesador durante un período de diez días entre julio y agosto de 1981.

Klimley *et al.* (1988), hicieron el seguimiento con transmisores ultrasónicos de los movimientos de dieciocho tiburones martillo *Sphyrna lewini* en El Bajo Espíritu Santo perteneciente al Golfo de California, durante diez días. Observaron que los tiburones permanecieron agrupados en el día, en cambio por la noche nadaban solitarios.

Galván-Magaña *et al.* (1989), analizaron la composición por sexo, abundancia relativa y hábitos alimenticios de *Sphyrna lewini*, en la pesca de tiburón de la Isla Cerralvo en el Golfo de California, ubicándola como una de las especies que se captura con mayor frecuencia. En los análisis de contenido estomacal encontraron una preferencia de este organismo por peces neríticos y cefalópodos mesopelágicos.



Marín-Osorno (1992), describió los aspectos biológicos de los tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, dentro de los cuales se presentó *Sphyrna lewini*, mencionando su diagnosis, número de ejemplares registrados, distribución, hábitat, abundancia en las capturas, variación estacional, talla, alimentación, reproducción y observaciones generales.

Klimley *et al.* (1993), describieron los movimientos horizontales y verticales de cuatro tiburones martillo *Sphyrna lewini* mediante transmisores ultrasónicos en El Bajo Espíritu Santo e Isla Las Animas en el Golfo de California. Registraron quince movimientos horizontales de salida y entrada a El Bajo Espíritu Santo, con un rango de cuatro a veinte kilómetros de distancia máxima, en cambio, los movimientos verticales ascendentes y descendentes tuvieron un intervalo de cincuenta a cuatrocientos cincuenta metros.

Mediante las observaciones determinaron que estos tiburones siguen una ruta específica hacia sus lugares de alimentación, descartando la posibilidad de desplazamientos por termoregulación debido al rango de temperatura en el cual se ubicaron, siendo de dos a cuatro grados centígrados (Klimley *et al.*, 1993).

Uribe-Martínez (1993), realizó un análisis de los desembarques de tiburón, cruceros de investigación y colecta de material biológico en la Laguna de Términos y Sonda de Campeche, identificando 3 ordenes, 6 familias y 20 especies (2 de ellas provenientes de Tabasco), de las cuales 16 integraban la pesca comercial y 4 de ellas fueron capturadas excepcionalmente. En la Laguna de Términos se registró por primera vez la presencia de *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna lewini*, igualmente, se documentó el primer registro de 6 especies de tiburón para la Sonda de Campeche.

Villatoro-Vázquez y Rivera-González (1994), realizaron una investigación durante un año sobre aspectos reproductivos de cuatro



especies de tiburones de mayor valor comercial en el Puerto de Acajutla, El Salvador. *Sphyrna lewini* se ubicó en el tercer lugar de importancia en las capturas con un predominio de las hembras respecto de los machos. Obtuvieron tallas medias y formaron grupos modales por especie, calcularon la biomasa promedio relativa anual en kilogramos de las especies por sexo y talla y determinaron el porcentaje de madurez sexual de los organismos en las capturas.

Anislado-Tolentino (1995), determinó la edad y crecimiento en el tiburón martillo *Sphyrna lewini* en la costa de Michoacán. Observó la formación de un anillo de crecimiento en las vértebras de los organismos inmediatamente después de su nacimiento, los cuales posteriormente forman dos anillos anuales, durante junio-julio y noviembre-diciembre, presentando tres anillos en su primer año de vida.

Sierra-Rodríguez (1995), señaló que los mayores volúmenes de tiburón generados en Puerto Madero, Chiapas, se registraron de julio a noviembre con una disminución en septiembre, siendo el componentes principales de las capturas *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus limbatus* y *Sphyrna lewini*.

Andrade-González (1996), determinó la edad y crecimiento mediante lectura de anillos en vértebras de *Sphyrna lewini* en las costas de Manzanillo, Colima. En este trabajo también se registró la formación de tres anillos durante el primer año de vida de los organismos.

Rodríguez-de la Cruz *et al.* (1996b), describieron la pesca de tiburón en las costas de Sonora, proporcionando datos específicos de captura de las principales especies comerciales, dentro de las cuales *Sphyrna lewini* ocupó el tercer lugar, además, aportaron algunas medidas para el ordenamiento de esta pesquería.

Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera (1997), realizaron un análisis biológico y pesquero de los tiburones de las familias Sphyrnidae, Alopiidae y



Lamnidae, capturados al sur de Nayarit. Enfatizaron en algunas especies los aspectos reproductivos, longitud y edad de primera madurez sexual, composición de las capturas, distribución de tallas, relaciones longitud-peso, dinámica poblacional y captura por unidad de esfuerzo. De 88 especímenes analizados, 28 fueron hembras y 60 machos, presentando una proporción de sexos de 1:2.14, respectivamente.

Torres-Huerta (1999), aportó información sobre la biología reproductiva de *Sphyrna lewini* mediante muestreos realizados en nueve campamentos pesqueros del Golfo de California y Bahía Almejas durante cuatro años (1992-1996), siendo esta especie la más abundante en las capturas, sobre todo de marzo a octubre.

Observó que los machos alcanzan la talla de primera madurez sexual a los 173 centímetros de longitud total, mientras que las hembras la presentan a los 232 centímetros de longitud total; el período de gestación aproximado fue de once meses; los nacimientos ocurrieron en el mes de junio con un intervalo en la talla de 41-49 centímetros de longitud total; la proporción de sexos encontrada fue de 1:1, excepto en adultos, siendo las hembras más abundantes en la región central del Golfo, mientras los machos predominaron en la región sur (Torres, 1999).

Destacó también la permanencia de individuos juveniles durante todo el año en aguas costeras y movimientos migratorios por parte de los adultos durante la primavera en busca de una zona de reproducción (Torres, 1999).

Anislado-Tolentino (2000), hizo un análisis ecológico y pesquero de la captura de *Sphyrna lewini*, procedente de la pesca artesanal de la costa michoacana en el período comprendido entre junio de 1997 a febrero de 1998, representando esta especie el 60 por ciento de la biomasa capturada, siendo un depredador importante que regula la estructura poblacional de otras especies.

Asimismo, mencionó la existencia de tres zonas de segregación social,



siendo la más importante el área de refugio y crianza cerca del Río Nexpa. Además, presentó un indicio de la reducción en la edad reproductiva como mecanismo de regulación frente a la presión pesquera, siendo este que las edades estimadas de primera madurez y de maduración del cincuenta por ciento de la población no presentaron diferencias significativas (Anislado, 2000).

Propuso un período de gestación para esta especie aproximadamente de diez meses, un promedio de 30 crías con una proporción mayor de hembras y ciclos de partos masivos trianuales. En el análisis del contenido estomacal se determinó que la cornuda común es ictiófaga con una alta preferencia por batoideos, diferenciándose las hembras por preferir presas pelágicas, llegando a incluir en su dieta a *Stenella attenuata* o delfín manchado. Los tiburones martillo juveniles de 110 a 160 centímetros de longitud total ejercen canibalismo sobre las crías, a su vez, como depredadores importantes de juveniles se encuentra *Carcharhinus limbatus* y *Lutjanus novemfasciatus* o pargo colmillón (Anislado, 2000).

Torres-Huerta y Alejo-Plata (2000), elaboraron un catálogo de identificación de picos de cefalópodos encontrados en el contenido estomacal de *Sphyrna lewini*, capturados en cuatro campos pesqueros de Sinaloa, identificando cinco especies de calamares que forman parte de la dieta del tiburón martillo.



3. OBJETIVOS

*Las ciencias aplicadas no existen,
sólo las aplicaciones de la ciencia.
Louis Pasteur*

3.1 Objetivo general

Describir aspectos biológicos y pesqueros del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, con base en las capturas comerciales de la flota artesanal de Puerto Madero, Chiapas.

3.2 Objetivos particulares

3.2.1 Aspectos biológicos

- 3.2.1.1 Identificar a *Sphyrna lewini* dentro de las capturas.
- 3.2.1.2 Realizar una revisión bibliográfica de la identidad taxonómica y características generales de *Sphyrna lewini*.
- 3.2.1.3 Estimar las relaciones morfométricas básicas siguientes:
 - 3.2.1.3.1 Longitud furcal-longitud total.
 - 3.2.1.3.2 Longitud precaudal-longitud total.
 - 3.2.1.3.3 Longitud total-longitud del mixopterigio.
- 3.2.1.4 Estimar la proporción de organismos inmaduros y maduros.
- 3.2.1.5 Estimar la talla de primera madurez sexual para hembras y machos.
- 3.2.1.6 Estimar la fecundidad relativa de la especie.

3.2.2 Aspectos pesqueros

- 3.2.2.1 Conocer las características de las embarcaciones y artes de pesca utilizadas para la captura de tiburón.
- 3.2.2.2 Determinar la composición específica de tiburón en las capturas, así como la frecuencia de *Sphyrna lewini* en las mismas.
- 3.2.2.3 Determinar la composición de las capturas en tallas y sexos.
- 3.2.2.4 Estimar la captura por unidad de esfuerzo.
- 3.2.2.5 Determinar si Puerto Madero es una área de crianza.



3.2.3 Aspectos de manejo y conservación

- 3.2.3.1 Evaluar el impacto de la pesquería de *Sphyrna lewini*, en términos de los volúmenes de captura sobre la etapa de desarrollo más frecuente.



4.1 Datos biológicos

4.1.1 Identificación de la especie e identidad taxonómica

Con base en la información descriptiva de Gilbert (1967a), Castro (1983), y Compagno (1984b), se hizo la identificación de la especie. Asimismo, por medio de la bibliografía disponible se realizó una reseña sobre su identidad taxonómica y características generales.

4.1.2 Morfometría

Con base en lo propuesto por Gilbert (1967a), y Compagno (1984b), fueron tomadas cuatro medidas morfométricas básicas (Figura 4.1.2.1):

- Longitud Total (LT): Distancia en línea recta de la punta del morro u hocico hasta la parte distal del lóbulo superior de la aleta caudal.
- Longitud Furcal (LF): Distancia en línea recta de la punta del morro hasta la furca 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 Mixopterigio (LM): Distancia en línea recta de la parte anterior de la cloaca hasta la parte distal del mixopterigio.

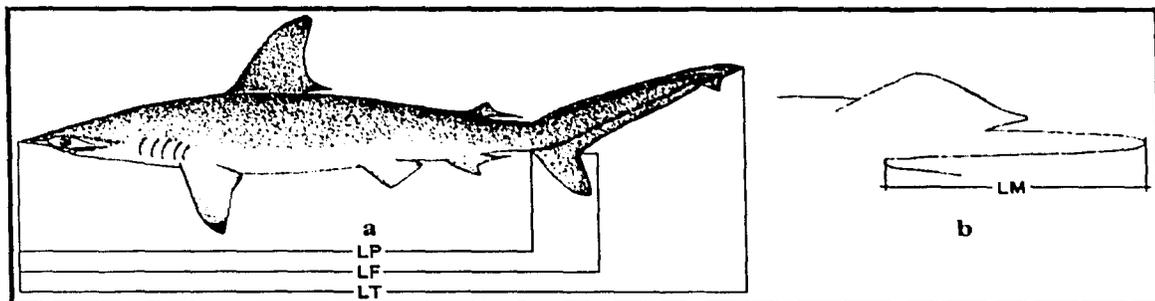


Figura 4.1.2.1. Medidas morfométricas básicas: a) organismo completo, b) mixopterigio. Tomado y modificado de: a) Elasmocom (1998); b) Compagno (1984a).

Los tiburones fueron colocados en posición natural midiéndolos sobre su lado izquierdo al centímetro más cercano, excepto la longitud del mixopterigio, la cual se registró al milímetro más cercano (Figura 4.1.2.2); lo



anterior ayudó a realizar un trabajo con mayor rapidez y a obtener registros adecuados para el análisis de los resultados.



Figura 4.1.2.2. Obtención de datos morfométricos de *Sphyrna lewini* en los campamentos pesqueros.

Los datos de la longitud furcal o precaudal con relación a la longitud total se ajustaron mediante el modelo de regresión lineal simple:

$$Y = mX + b$$

donde:

Y = variable dependiente

X = variable independiente

m = pendiente de la recta

b = ordenada al origen

sustituyendo:

$$LT = mLF + b$$

$$LT = mLP + b$$



donde:

LT = longitud total

LF = longitud furcal

LP = longitud precaudal

Para obtener la relación longitud total-longitud del mixopterigio se ajustaron los datos de las variables por medio de la mínima diferencia de los cuadrados mediante el método de Newton contenido en la aplicación Solver de Microsoft Excel, versión 97 (Fernández-Méndez, comunicación personal).

Para seleccionar el modelo que mejor se ajusta a los datos disponibles de la relación longitud total-longitud del mixopterigio se empleó el criterio de Hongzhi, el cual usa la suma de diferencias al cuadrado (Hilborn y Mangel, 1997). Los tres modelos ajustados fueron:

- Ecuación logística: $(L_{\text{máxm}}) / (1 + e^{(a-b \cdot L_t)})$
- Ecuación de Gompertz: $(L_{\text{máxm}})(e^{(-e^{-(d \cdot L_t)})})$
- Ecuación de von Bertalanffy: $(L_{\text{máxm}})(1 - e^{(-f \cdot (L_t - g))})^h$

donde:

$L_{\text{máxm}}$: longitud máxima del mixopterigio

L_t : longitud total del organismo

a, b, c, d, f, g, h: parámetros de los modelos

e: base de los logaritmos naturales

4.1.3 Asignación del estado de madurez sexual

La diferenciación sexual en los tiburones se llevó a cabo identificando a simple vista a los machos por la modificación de las aletas pélvicas en órganos intromitentes pareados denominados mixopterigios, los cuales se dividen en tres partes principales (Lagler *et al.*, 1990) (Figura 4.1.3.1).

La asignación del estado de madurez se realizó siguiendo la escala ontogenica descrita por Castro (1993), y con base en los datos que se pudieron registrar durante todos los muestreos en los campamentos pesqueros, describiendo cuatro categorías:



- Embrión: Organismo en proceso de desarrollo o cercano a su nacimiento.
- Neonato: Se distinguen por la cicatriz umbilical, la cual puede estar abierta o cicatrizada pero evidente, dependiendo del tiempo transcurrido a partir de su nacimiento.
- Juvenil: En machos los mixopterigios se encuentran flácidos y sin rasgos de vascularización. Los órganos sexuales internos se aprecian delgados, pálidos y rígidos tanto en hembras como en machos.
- Maduro: Los mixopterigios están calcificados (rigidez y endurecimiento), vascularizados (coloración rojiza en su parte externa), y con capacidad de rotación (giran hacia la parte anterior del cuerpo del tiburón al doblarlos por el lado interno). En hembras el único criterio utilizado fue la presencia de embriones.

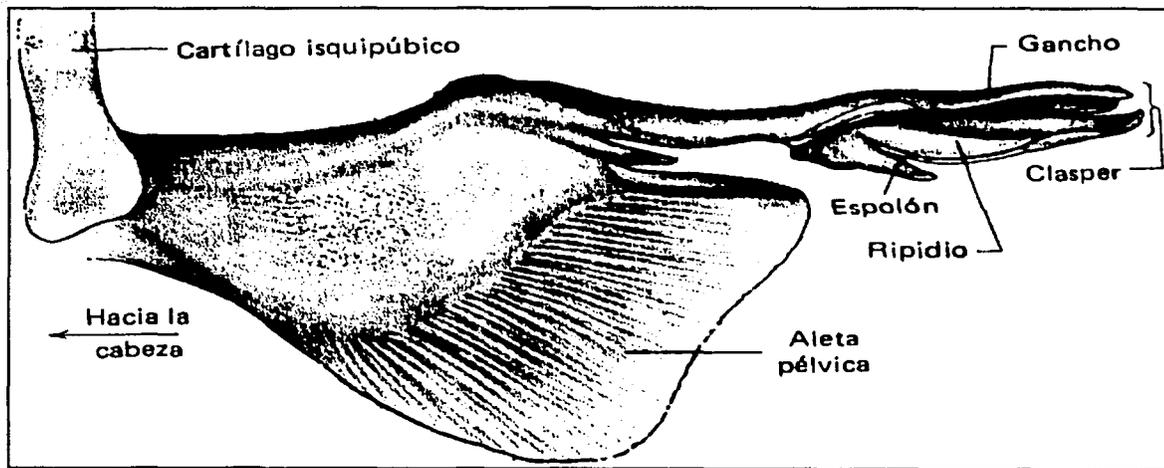


Figura 4.1.3.1. Mixopterigio.
Tomado de Lagler *et al.* (1990).

Tales características definieron el estado de madurez al cual correspondieron o se encontraron los organismos al momento de ser capturados. Una vez determinada la madurez sexual se agruparon en dos categorías: inmaduros y maduros, procediendo al análisis correspondiente de



la información, tomando en cuenta a las hembras y los machos juntos y de manera separada.

4.1.4 Talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual en hembras se estimó con base en lo establecido por Gubanov (en Castillo, 1990), quién se basó en el registro de la hembra grávida más pequeña reportada en la muestra.

Para estimar la talla media de la madurez sexual en machos (entendida como la longitud a la que el 50 por ciento de los individuos son maduros), se utilizó la ecuación logística ajustándola a la proporción de machos maduros por longitud total (Fernández-Méndez, comunicación personal). El valor de la longitud total de la segunda derivada igualada a cero de la curva ajustada, corresponde al punto de inflexión (0.5) de la curva logística respecto del cual la curva es simétrica (Silva, 1995), siendo éste el valor estimado de la talla media de la primera madurez sexual.

Asimismo, se obtuvieron los intervalos de confianza del 95 por ciento de la estimación anterior mediante una rutina de ajuste no lineal incluida en el programa estadístico Sigma Plot, versión 4.0 (Fernández-Méndez, comunicación personal).

4.1.5 Fecundidad relativa de la especie

La fecundidad relativa se estimó con base en el criterio de Holden y Raitt (en Castillo, 1990), quienes tomaron en cuenta el número de embriones observados en cada hembra.

Además, de cada hembra se cuantificó el número de embriones y se registró su longitud total al centímetro más cercano para tratar de determinar si existe una relación entre la talla de la hembra y el número y longitud de sus embriones (Figura 4.1.5.1).



Figura 4.1.5.1. Registro de embriones de *Sphyrna lewini*.

4.2 Datos pesqueros

4.2.1 Características de las embarcaciones y artes de pesca

En el formato de captura se registraron las embarcaciones dedicadas a la pesca de tiburón, artes de pesca utilizadas, captura total y número de viajes con captura.

Mediante entrevistas directas realizadas a pescadores y permisionarios se obtuvieron los datos de las características de las embarcaciones y artes de pesca empleadas en esta actividad.

4.2.2 Composición específica de tiburón y frecuencia de *Sphyrna lewini* en las capturas

Los registros de captura permitieron determinar la composición específica de tiburón (Figura 4.2.2.1), así como la frecuencia de *Sphyrna lewini* en las mismas.

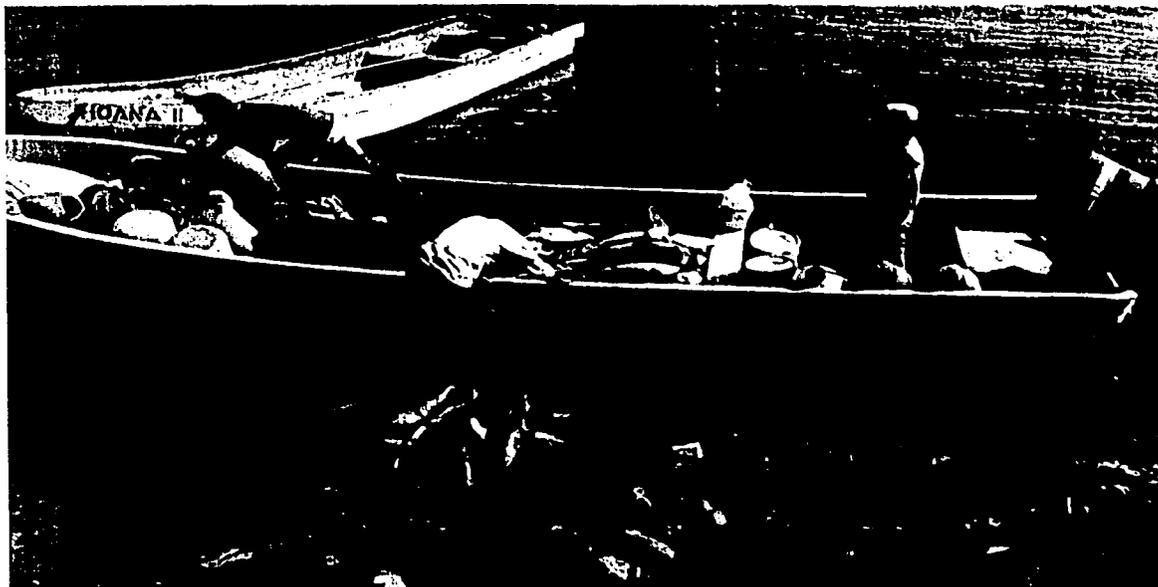


Figura 4.2.2.1. Composición específica de tiburón en Puerto Madero, Chiapas.

4.2.3 Composición de las capturas en tallas y sexos

Igualmente, a partir de los datos obtenidos mediante los registros de captura se estableció la composición en frecuencia de tallas y proporción de sexos incluyendo a los embriones. La información generada se comparó con trabajos reportados por diversos autores en distintas regiones con la finalidad de estimar la talla y período de nacimiento así como el ciclo reproductivo de la especie.

Para determinar la proporción de sexos se dividió el número de machos entre el número de hembras expresando la proporción sexual de éstas últimas siempre con un 1 a la izquierda y a la derecha la proporción de machos por cada hembra.

4.2.4 Captura por unidad de esfuerzo

Para estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) mensual y global se seleccionó como unidad de esfuerzo pesquero el número de viajes



exitosos, por otra parte, el número de lances por viaje se consideró como uno en todos los casos. El valor de la captura por unidad de esfuerzo fue estimado de la siguiente manera:

$$\text{CPUE} = \frac{\text{número de organismos capturados}}{\text{número de viajes realizados}}$$



5. ÁREA DE ESTUDIO

Los hombres creen generalmente cuando oyen o leen proposiciones que por fuerza han de ser, éstas, o verdaderas o falsas; pero entre la verdad y la falsedad hay un término medio: la falta de sentido.

Carlos Vaz Ferreira

5.1 Generalidades

En el estado de Chiapas, Estados Unidos Mexicanos, se encuentra el municipio de Tapachula, el cual colinda al norte con los municipios de Tuzantán, Motozintla y la República de Guatemala; al este con la República de Guatemala y los municipios de Cacahoatán, Tuxtla Chico y Frontera Hidalgo; al sur con el municipio de Suchiate y el Golfo de Tehuantepec; al oeste con el Golfo de Tehuantepec y los municipios de Mazatán y Huehuetán (INEGI, 1998) (Figura 5.1.1).

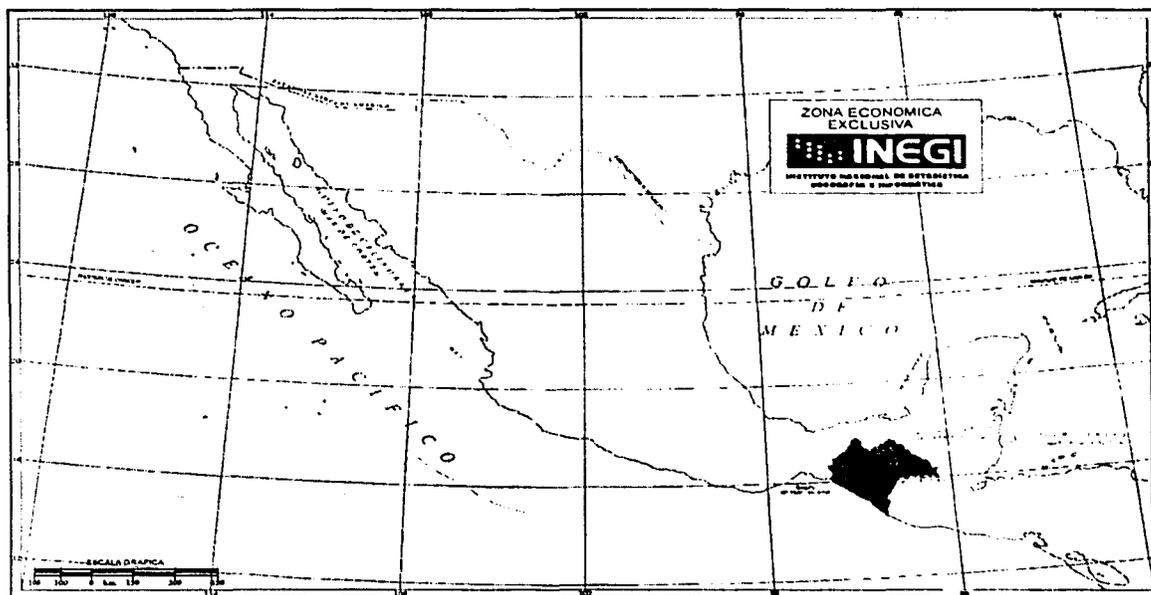
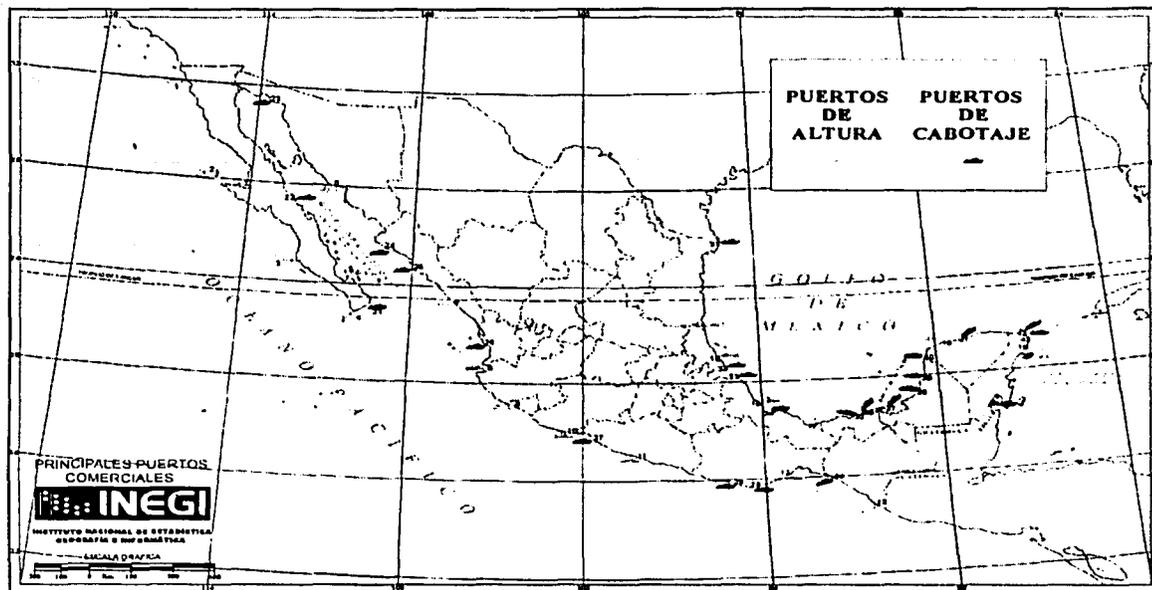


Figura 5.1.1. Ubicación del estado de Chiapas en los Estados Unidos Mexicanos. Tomado y modificado de UT (2001).

La República Mexicana cuenta con cuarenta y cuatro puertos comerciales, de los cuales veintidós son de altura, como en el caso de Puerto



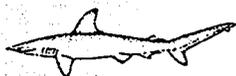
Madero, siendo los restantes de cabotaje (UT, 2001) (Figura 5.1.2).



Puertos de Altura		Puertos de Cabotaje	
1. Ensenada	Baja California	23. Puerto Peñasco	Sonora
2. Isla de Cedros	Baja California	24. Topolobampo	Sinaloa
3. San Carlos	Baja California Sur	25. Altata	Sinaloa
4. Cabo San Lucas	Baja California Sur	26. San Blas	Nayarit
5. La Paz	Baja California Sur	27. Zihuatanejo	Guerrero
6. Guaymas	Sonora	28. Puerto Escondido	Oaxaca
7. Mazatlán	Sinaloa	29. Puerto Angel	Oaxaca
8. Puerto Vallarta	Jalisco	30. Puerto Arista	Chiapas
9. Manzanillo	Colima	31. Matamoros	Tamaulipas
10. Lázaro Cárdenas	Michoacán	32. Tecolutla	Veracruz
11. Acapulco	Guerrero	33. Nautla	Veracruz
12. Salina Cruz	Oaxaca	34. Alvarado	Veracruz
13. Puerto Madero	Chiapas	35. Frontera	Tabasco
14. Tampico	Tamaulipas	36. Alvaro Obregón	Campeche
15. Tuxpan	Veracruz	37. Ciudad del Carmen	Campeche
16. Veracruz	Veracruz	38. Champoton	Campeche
17. Coatzacoalcos	Veracruz	39. Campeche	Campeche
18. Progreso	Yucatán	40. Celestun	Yucatán
19. Puerto Morelos	Quintana Roo	41. Telchac	Yucatán
20. Cozumel	Quintana Roo	42. Puerto Juárez	Quintana Roo
21. San José del Cabo	Baja California Sur	43. Isla Mujeres	Quintana Roo
22. Santa Rosalia	Baja California Sur	44. Chetumal	Quintana Roo

Figura 5.1.2. Puertos comerciales de altura y cabotaje en los Estados Unidos Mexicanos. Tomado y modificado de UT (2001).

En la planicie costera o zona sur del municipio de Tapachula, entre las estribaciones montañosas de la Sierra Madre de Chiapas y el océano Pacífico,



está situado Puerto Madero entre las coordenadas: 14° 43' 00" Latitud Norte, 92° 25' 00" Longitud Oeste, encontrándose a diez metros sobre el nivel del mar (Ortiz, 1993; INEGI, 1998; Infoport, 2000) (Figura 5.1.3).

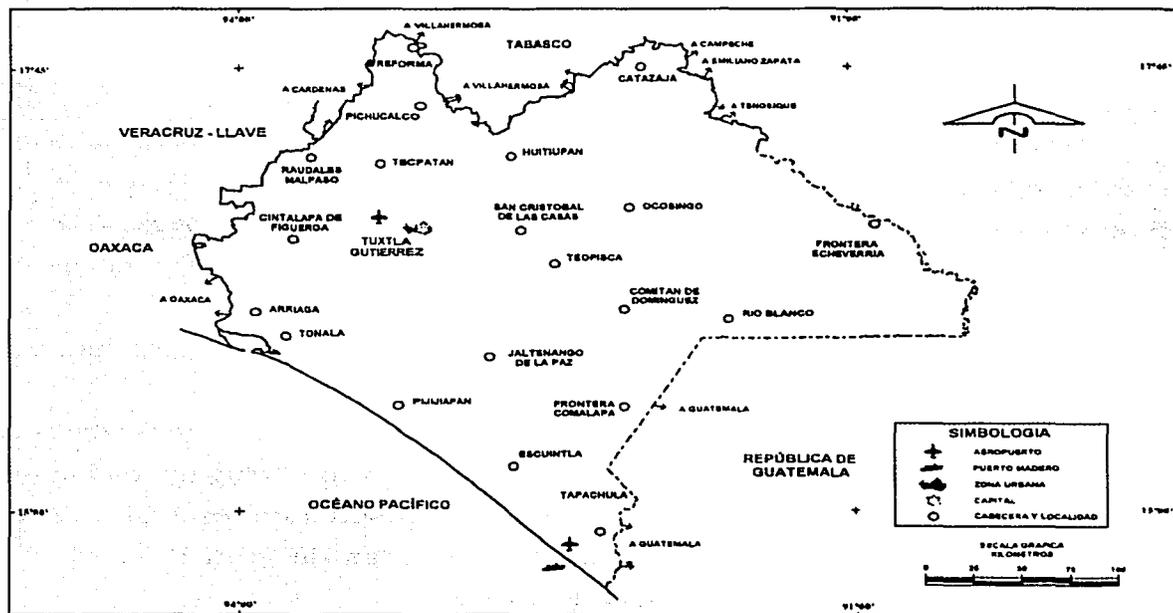


Figura 5.1.3. Ubicación de Puerto Madero en el estado de Chiapas. Tomado y modificado de INEGI (1999).

Puerto Madero presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad A(w2), la temperatura media anual promedio es de 25.8 grados celsius y la precipitación total anual promedio es de 1,483.4 milímetros; asimismo, se encuentra dentro de la cuenca (A) y la subcuenca (e) de la región hidrológica RH23 (INEGI, 1998).

En lo referente a los recursos naturales, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), a través del *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México*, estableció cuatro categorías: AB (áreas de alta biodiversidad), AA (áreas que presentan alguna amenaza para



la biodiversidad), AU (áreas de uso por sectores), y AFI (áreas de falta de información de biodiversidad) (Arriaga *et al.*, 1998), determinando cinco regiones para el estado de Chiapas (Figura 5.1.4), algunas de las cuales comparten las mismas características, siendo éstas:

– **38 Laguna Mar Muerto**

Localización y extensión: latitud 16°18'36" a 15°55'48", longitud 94°28'48" a 93°48'; 1,119 kilómetros cuadrados.

Clasificación: AB, AA, AU.

Biodiversidad: fitoplancton, zooplancton, invertebrados, peces, aves, macroalgas, manglares; zona límite de peces (Anablepidae), y zonas de alimentación de las tortugas prieta y golfina.

Aspectos económicos: turismo de baja intensidad; zona pesquera intensa con explotación de algas (*Gracillaria* sp.), peces y camarón.

Problemática: modificación del entorno por basura, lanchas, derivados del petróleo, aguas residuales y agroquímicos; tráfico de tortugas; conflictos entre comunidades por acceso al recurso pesquero; desarrollo de la acuicultura extensiva (no sustentable), en áreas de gran diversidad y explotación de camarón en estado larvario.

Conservación: propuesta como área prioritaria por su riqueza biológica, diversidad de hábitats, sistemas vegetales y recursos, por lo tanto, es fundamental su recuperación, manejo y restauración.

– **39 Punta Arista**

Localización y extensión: latitud 15°58'48" a 15°40'48", longitud 93°50'24" a 93°49'48"; 457 kilómetros cuadrados.

Clasificación: AB, AA, AU.

Biodiversidad: plancton, crustáceos, tortugas, peces, aves; bajo endemismo de peces, plantas y equinodermos; zona de reproducción para tortugas y peces; zona de alimentación para aves.

Aspectos económicos: crecimiento de la zona turística; pesca artesanal



intensa con explotación de ostión, peces y camarón; administración familiar de compra-venta con intermediarios (sector pesquero-social).

Problemática: degradación del medio ambiente por basura, deforestación y construcción de hoteles; presión pesquera sobre peces y crustáceos.

Conservación: propuesta como área prioritaria por su alta diversidad biológica que no ha sido estudiada en su totalidad; área de protección de tortugas y es la última zona de marismas del sur del país.

- 40 Corredor Puerto Madero

Localización y extensión: latitud 15°36' a 14°31'12", longitud 93°19'48" a 92°09'36"; 1,915 kilómetros cuadrados.

Clasificación: AB.

Biodiversidad: fitoplancton, crustáceos, peces, aves, manglares; zonas de alimentación para aves y de crecimiento para larvas.

Aspectos económicos: no existe turismo; pesca artesanal intensa con explotación de peces y camarón; administración familiar de venta pesquera con intermediarios locales.

Problemática: presión por pesca sobre especies de moluscos, peces y crustáceos; azolvamiento de las lagunas (10 centímetros de profundidad), debido al pésimo manejo de la Comisión Nacional del Agua (desvíos y encausamientos).

Conservación: zona poco modificada, propuesta como área prioritaria por presentar alta diversidad de hábitats, tiene los manglares y humedales mejor conservados que albergan una gran cantidad de grupos animales y vegetales.

- 41 Plataforma Continental Golfo de Tehuantepec

Localización y extensión: latitud 16°08'24" a 14°12'36", longitud 96°35'24" a 92°16'48"; 18,489 kilómetros cuadrados.

Clasificación: AB, AA, AU.

Biodiversidad: plancton, moluscos, crustáceos, tortugas, peces, aves y



mamíferos marinos; bajo endemismo de crustáceos y peces pero alto para equinodermos (*Luidia latiradiata*); zonas de migración de aves y mamíferos.

Aspectos económicos: no existe turismo; pesca intensiva a nivel cooperativas y sindicatos con explotación de tiburón, peces y camarón; se cuenta con petróleo y fosforita.

Problemática: contaminación por petróleo y agroquímicos; hay descargas de agua y arrastre camarero; sobrexplotación de tiburón y camarón.

Conservación: carencia de conocimiento sobre la riqueza de especies, inventarios insuficientes; se requieren estudios oceanográficos para entender los procesos que conducen a una alta productividad y redefinir su manejo.

— 43 Tehuantepec

Localización y extensión: latitud 15°23'24" a 13°28'48", longitud 96°13'48" a 94°32'24"; 19,155 kilómetros cuadrados.

Clasificación: AFI.

Biodiversidad: gran riqueza de plancton y necton; zonas de productividad de eufásidos.

Aspectos económicos: poco turismo; pesca intensa a nivel privado, básicamente de peces; se cuenta con nódulos polimetálicos y actividades de transporte.

Problemática: contaminación por áreas submarinas de desecho; derrames de petróleo y eventos interanuales de calentamiento y enfriamiento que provocan un aumento-disminución de la capa mezclada; daños menores de atuneros, cargueros y petroleros.

Conservación: considerada un CAB tropical (Centro de Actividad Biológica); estudios físico-biológicos prioritarios para establecer estrategias de manejo.

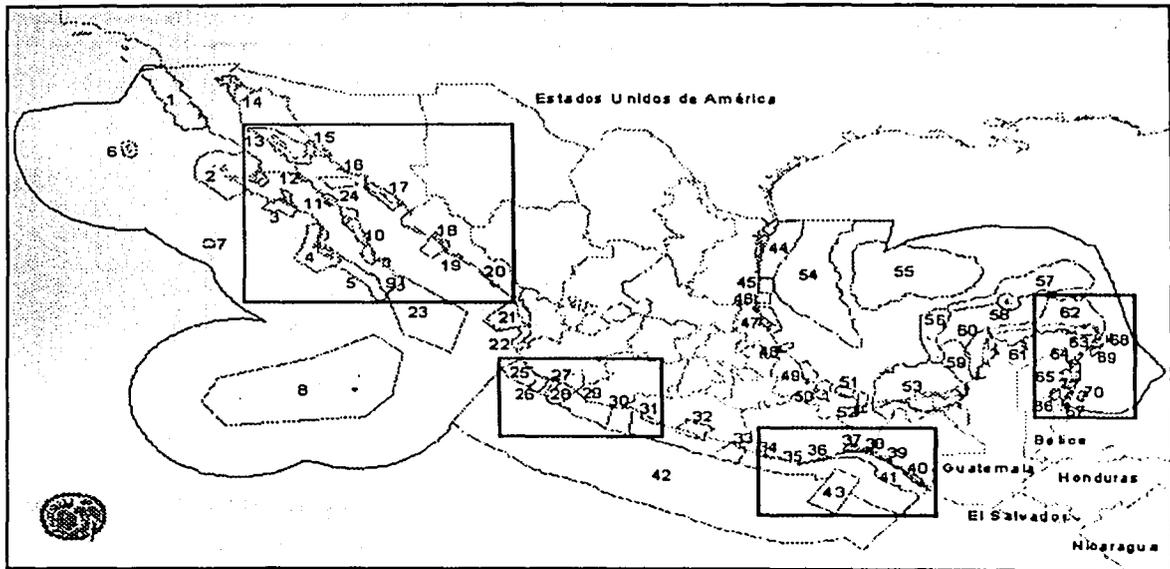


Figura 5.1.4. Regiones marinas prioritarias de los Estados Unidos Mexicanos. Tomado y modificado de Arriaga *et al.* (1998).

5.2 Características del puerto

Puerto Madero se caracteriza por ser un puerto de altura con vocación comercial, industrial y pesquera, fundado con la finalidad de atender las exportaciones de los productos agrícolas de la región así como las industrias que se establezcan en la zona económica del Soconusco y demás lugares de su área de influencia (Infoport, 2000).

La región del Soconusco es una zona agrícola muy fértil, siendo el plátano el principal producto de exportación, además, se tiene la capacidad para atender otros que se generan en la zona como café, maíz, mango, azúcar, palma africana, madera, entre otros (Infoport, 2000) (Figura 5.2.1).

En el puerto se ha desarrollado una importante actividad pesquera de diversas especies: camarón, atún, tiburón, calamar, escama, por mencionar algunas; por tal motivo varias empresas procesadoras y emparadoras de



pescados y mariscos se han establecido favorablemente.

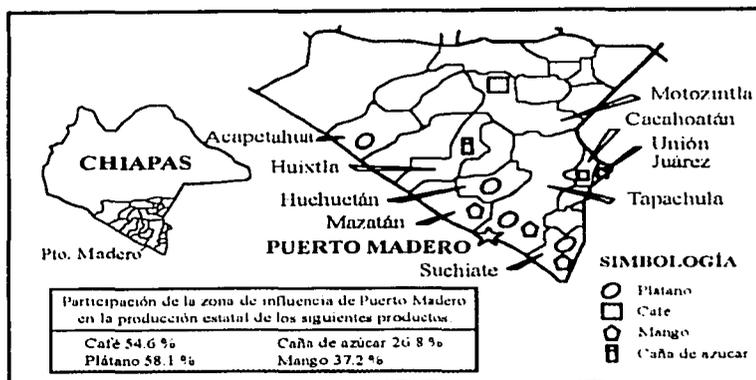


Figura 5.2.1. Zona económica del Soconusco, Chiapas.
Tomado y modificado de Infoport (2000).

Actualmente son seis los campamentos pesqueros de mayor producción de tiburón en Puerto Madero y en donde se sigue realizando la recopilación de datos del Programa Tiburón (Cuadro 5.2.4).

Cuadro 5.2.4. Ubicación de los campamentos pesqueros de tiburón en Puerto Madero, Chiapas.

Permisarios	Ubicación de los campamentos pesqueros	
	Altitud	Latitud
Don Samuel	92°24.719'	14°42.462'
Don Rodrigo	92°24.293'	14°42.462'
Los Gallos	92°24.282'	14°42.462'
Don Manuel Valle	92°24.347'	14°42.464'
Don Cesar Castillo	92°24.337'	14°42.418'
Don Fidel Parada	92°23.719'	14°42.462'

Puerto Madero es un sitio estratégico para los inversionistas interesados en el mercado Norteamericano y Centroamericano por la conveniencia de manejar los productos a través del Océano Pacífico, enlazándolos con Asia, Estados Unidos de América, Canadá y Sudamérica, así como con el resto del mundo vía el Canal de Panamá (Infoport, 2000).

Además, el puerto ofrece buenas vías de comunicación, está ubicado a 32 kilómetros de la ciudad de Tapachula a través de la autopista 225, con una población consumidora de bienes provenientes de todo el país y el



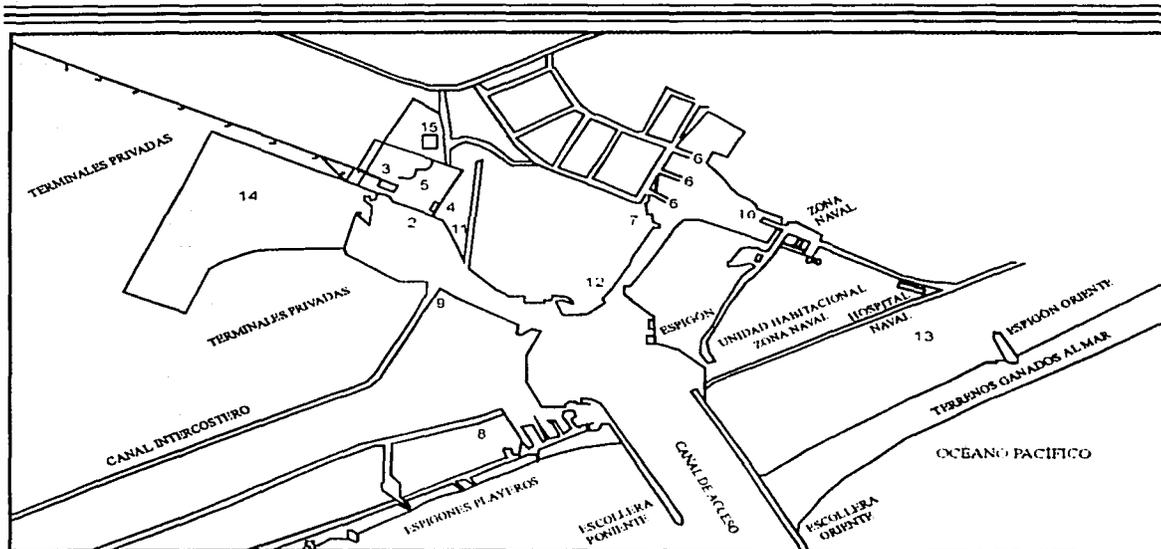
Puerto Madero tiene una superficie de 53,000.1 metros cuadrados en terminales e instalaciones; el tipo de carga principal es general suelta, petróleo y derivados, no ofrece servicios de línea regular y se manejan cargas específicas (Infoport, 2000).

También cuenta con una infraestructura y oportunidades de inversión muy importante (Anexo A), sus reservas territoriales disponen de 823 hectáreas para el establecimiento de industrias pesqueras, agropecuarias, maquiladoras y aprovechando la abundante vegetación del área, sus playas y la infraestructura portuaria, tiene la capacidad para el desarrollo turístico (Infoport, 2000).

Hay terminales especializadas con bodegas refrigeradas y/o áreas de acondicionamiento de productos agrícolas del sudeste mexicano y Centroamérica, así como áreas navales para la Marina mexicana y servicios de avituallamiento para yates turísticos, ya que anualmente arriba una buena cantidad de éstos por ser el primer puerto del Pacífico mexicano para los turistas que navegan rumbo al norte (Infoport, 2000).

La infraestructura portuaria pesquera esta formada por tres muelles en espigón con una longitud de 80 metros cada uno, asimismo, la infraestructura portuaria comercial disponible es una terminal de usos múltiples de 22,350 metros cuadrados de patio, un cobertizo de 630 metros cuadrados y un muelle marginal de 151 metros de longitud y 10 metros de profundidad; la profundidad actual del puerto es de 7 metros (Infoport, 2000) (Figura 5.2.3).

Actualmente son siete las industrias que se han establecido en el puerto: Herdez S. A. de C. V., Congeladora y Exportadora de Mariscos Ochoa, S. A. de C. V., Crustáceos del Soconusco S. de R. L. de C. V., Servicios Navales del Sur S. A. de C. V., Combustibles y Lubricantes Marinos S. A. de C. V., Plásticos del Soconusco S. A. de C. V. y Herport S. A. de C. V. (en construcción) (Infoport, 2000).



- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Terminal de usos múltiples | 6. Muelles pesqueros | 11. Proyecto de nueva terminal |
| 2. Muelle fiscal | 7. Terminal de combustibles | 12. Proyecto de marina turística |
| 3. Bodega de tránsito | 8. Desarrollo turístico | 13. Secretaría de Marina |
| 4. Cobertizo | 9. Zona de tiburoneros | 14. Proyecto de ampliación Dársena |
| 5. Patio de maniobras | 10. Muelle de la Armada de México | 15. Oficinas Federales |

Figura 5.2.3. Infraestructura de Puerto Madero, Chiapas.
Tomado y modificado de Infoport (2000).

5.3 Características físico-químicas y oceanográficas del Golfo de Tehuantepec

Debido a la carencia de estudios específicos sobre las características físico-químicas y aspectos oceanográficos de Puerto Madero, se presentan datos generales referentes al Golfo de Tehuantepec, con la finalidad de conocer esta información para el área de estudio.

El Golfo de Tehuantepec parte de Puerto Angel, Oaxaca, hasta el río Suchiate, Chiapas, tiene una superficie de 100,000 kilómetros cuadrados y una extensa plataforma continental de 50 a 80 kilómetros frente a las costas de Chiapas (Lugo en De la Lanza, 1991; Gallegos, 1994), asimismo, es la frontera oceánica sur de la zona económica exclusiva en el Pacífico mexicano (Gallegos, 1994).



5.3.1 Masas de agua

En los primeros 150 metros de profundidad de la columna de agua en el Golfo de Tehuantepec, los procesos de interacción física entre el océano y la atmósfera (viento, evaporación, lluvia, insolación, balance de radiación entre otros), en vez de aumentar la densidad e inducir hundimientos del Agua Superficial, provocan una circulación horizontal y vertical, como la surgencia inducida por el viento (Gallegos, 1994).

Entre los 150 y 300 metros de profundidad se registran temperaturas de 11.5 a 14.5 grados celsius, mientras la salinidad presenta un máximo con variaciones casi imperceptibles de 34.7 ups y 34.8 ups, lo cual indica la presencia del Agua Subsuperficial Subtropical del océano Pacífico sur (Gallegos, 1994).

Esta masa de agua se origina en la región central del océano Pacífico sur en donde la salinidad, por exceso de evaporación, alcanza valores de 36.5 ups. A su vez se incorpora al giro anticiclónico y como consecuencia de su alta salinidad y baja temperatura se hunde hasta los 300 metros de profundidad (Gallegos, 1994).

En el Ecuador se integra a la Corriente de Cromwell y en las islas Galápagos una porción penetra al hemisferio norte para incorporarse posteriormente a la Corriente Norecuatorial del océano Pacífico. En este recorrido la salinidad decrece por mezcla vertical y horizontal, llegando a los 34.7 ups (Gallegos *et al.* en Gallegos, 1994).

La masa de agua presente entre los 300 y 600 metros de profundidad corresponde al agua del océano Pacífico Ecuatorial, la cual en su zona de formación no adquiere sus características termohalinas directamente de la superficie. Tiene un movimiento horizontal norte-sur que depende de la intensidad relativa de la Corriente de California y el sistema de corrientes del océano Pacífico tropical. Cuando esta última es más intensa, el agua del océano Pacífico Ecuatorial se desplaza hacia el norte, invirtiéndose este



movimiento cuando la Corriente de California es más fuerte (Gallegos, 1994).

A profundidades de 600 a 1,000 metros encontramos el Agua Intermedia del Pacífico norte, distinguiéndose por sus valores mínimos de salinidad, los cuales fluctúan entre 34.48 ups y 34.52 ups y temperaturas de 7.8 a 8.2 grados celsius (Gallegos, 1994).

El Agua Profunda Común del Pacífico se encuentra desde los 1,500 metros de profundidad hasta el fondo, moviéndose lentamente e incorporándose a un giro ciclónico en el Pacífico norte (Reid en Gallegos, 1994).

La mezcla entre el Agua Intermedia del Pacífico norte y el Agua Profunda Común del Pacífico se lleva a cabo entre los 1,000 y los 1,500 metros de profundidad (Gallegos, 1994).

5.3.2 Corrientes de agua

Los Estados Unidos Mexicanos se ubican entre la Zona Anticiclónica sur y la de Calmas Ecuatoriales. Por efecto de la rotación de la Tierra los vientos que se generan en la Zona Anticiclónica sur toman una dirección sudoeste y se manifiestan en la baja atmósfera de vientos alisios. Al llegar a la zona de Calmas Ecuatoriales se invierten, dirigiéndose hacia el norte por la alta atmósfera hasta llegar a la Zona Anticiclónica (Tamayo en De la Lanza, 1991).

Por la configuración del océano los movimientos giratorios anticiclónicos no logran penetrar al Pacífico oriental tropical, entre Cabo Corrientes y el Ecuador, lo cual manifiesta una circulación variable y aparentemente complicada (Wyrcki en De la Lanza, 1991).

Las corrientes pueden ser inducidas por viento, sobre todo en la temporada de los tehuantepecanos, o también por los anillos ciclónicos generados por la combinación de rotación del viento sobre el Golfo de Tehuantepec y la conservación del momento angular en la capa superficial de la columna de agua (Fernández *et al.* en Gallegos, 1994). Sin embargo, se



conoce la influencia que ejercen algunas corrientes sobre el Golfo de Tehuantepec, penetrando incluso en un período de tiempo bien definido, con lo cual participan en el movimiento de sus aguas.

5.3.2.1. Corriente de California

De agosto a diciembre se localiza cerca del paralelo 20°N, en enero y febrero su flujo tiene componentes del sur hasta el paralelo 18°N y de marzo a junio el flujo hacia este sector alcanza el paralelo 15°N, vecino al estado de Chiapas. Durante estos meses el flujo al sur de Cabo San Lucas es divergente, por lo cual la mayor parte del agua se desplaza al occidente, pero una parte continúa moviéndose hacia el sudeste dentro del Pacífico tropical mexicano (Wyrтки en De la Lanza, 1991).

5.3.2.2. Corriente Norecuatorial (sector oriental)

Abastecida por la Corriente de California y el Agua del Pacífico tropical oriental, de marzo a julio se compone casi exclusivamente por la Corriente de California, la cual se mueve hacia el sur antes de dirigirse al oeste. De junio a abril el aporte principal es del Agua del Pacífico oriental tropical, coincidiendo con el período en que la contracorriente se desarrolla con mayor fuerza (Wyrтки en De la Lanza, 1991).

Esta corriente comienza a detectarse en noviembre, su desarrollo máximo es en enero y en mayo termina, percibiéndose muy débil para agosto. Al este de los 110°O su eje varía de 11.5°N en noviembre a 10°N en marzo y 10.5°N en mayo, al poniente de los 110°O su componente normalmente es del norte. Estando ausente la Corriente Norecuatorial la deriva de superficie adyacente a la costa en los paralelos 15°N y 20°N (Golfo de Tehuantepec hasta Cabo Corrientes) es hacia el noroeste, teniendo su máximo desarrollo en julio (Cromwell en De la Lanza, 1991).

5.3.2.3. Corriente Costanera de Costa Rica

Es la rama más pronunciada de la circulación en Centroamérica, situada frente al Domo de Costa Rica y la costa se mueve a velocidades altas



hacia el noroeste y oeste, en su centro generalmente excede los 0.5 nudos (Pacheco en De la Lanza, 1991).

Durante junio y julio la corriente sigue la costa de Centroamérica y los Estados Unidos Mexicanos llegando hasta Cabo Corrientes, en agosto su eje cambia al alejarse de la costa después de pasar el Golfo de Tehuantepec. Esta condición impera hasta diciembre, tiempo en el cual se introduce directamente en la Corriente Norecuatorial (Pacheco en De la Lanza, 1991).

De enero a marzo la corriente se mueve directamente al occidente entre las latitudes 9°N y 12°N después de abandonar la costa de Costa Rica, sin penetrar al Golfo de Tehuantepec. En abril y mayo una parte de la corriente se desarrolla nuevamente al entrar en el Golfo de Tehuantepec, mientras se debilita la rama que se mueve hacia el poniente (Pacheco en De la Lanza, 1991).

Frente a Cabo Corrientes de octubre a abril se desarrolla un flujo débil hacia el sudeste alejándose de la costa, el cual se vuelve hacia el sur antes de alcanzar el Golfo de Tehuantepec, se asocia al agua de la corriente en cuestión y toma rumbo al occidente (Pacheco en De la Lanza, 1991).

Particularmente de marzo a abril este flujo forma parte de la circulación anticiclónica general, entre los paralelos 10°N y 20°N . En mayo, junio y julio cuando se debilita esta circulación, el flujo hacia el sudeste se desvía de la costa (Wyrтки en De la Lanza, 1991).

Por otra parte, de enero a marzo el efecto de los tehuantepecanos provoca una fuerte salida de agua del Golfo de Tehuantepec hacia el sur, la cual es integrada a la Corriente Norecuatorial (Pacheco en De la Lanza, 1991).

Wyrтки (en De la Lanza, 1991), distingue tres situaciones básicas de la circulación en ésta región. La primera ocurre de agosto a diciembre cuando la contracorriente Norecuatorial está totalmente desarrollada, la mayor parte de su agua fluye alrededor del Domo de Costa Rica, dentro de la Corriente



Costanera de Costa Rica, y penetra a la Corriente Norecuatorial entre los paralelos 10°N y 20°N.

La Corriente de California abandona la costa de Baja California en el paralelo 25°N y supe al agua de la Corriente Norecuatorial al norte de la latitud 20°N. Esto acontece cuando la convergencia intertropical se encuentra en o al norte del paralelo 10°N, coincidiendo aproximadamente con el límite boreal de la contracorriente.

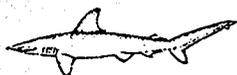
La segunda se manifiesta de febrero a abril cuando la convergencia intertropical se encuentra en su posición más austral, cerca de la latitud 3°N. Durante esta fase la Corriente de California es fuerte, penetra más a la región meridional y supe la mayor parte del agua de la Corriente Norecuatorial.

Frente a la costa de los Estados Unidos Mexicanos, entre los paralelos 10°N y 20°N, la circulación es anticiclónica con un movimiento hacia el sudeste a lo largo de la costa que se vuelve al poniente frente al Golfo de Tehuantepec; durante esta etapa la Contracorriente Ecuatorial está ausente.

La tercera se presenta de mayo a junio cuando la contracorriente nuevamente se forma y la Corriente de California es todavía relativamente fuerte. Durante este intervalo la convergencia intertropical se encuentra cerca al paralelo 10°N, lo cual permite el desarrollo de la contracorriente. La mayor parte de ésta se vuelve hacia el norte y se infiltra a la Corriente Costanera de Costa Rica, desplazándose durante este periodo a lo largo de la costa de Centroamérica hasta Cabo Corrientes.

La Corriente de California se mantiene aún más fuerte pero no penetra mucho en el Pacífico oriental tropical, constituyendo el afluente principal de la Corriente Norecuatorial. De julio a agosto la Corriente de California llega a ser progresivamente más débil mientras la Corriente Norecuatorial recibe más agua del Pacífico tropical oriental.

Las tres manifestaciones de la circulación están relacionadas con las



variaciones en la intensidad y localización del sistema principal de los vientos. De diciembre a abril los alisios del nordeste son más fuertes, encontrándose el máximo entre los paralelos 10°N y 15°N.

Durante este período la Corriente de California tiene más fuerza, llega más al sur y supe casi exclusivamente a la Corriente Norecuatorial. De julio a octubre los alisios del sudeste son más fuertes y con ello se establece un flujo uniformemente fuerte hacia la región septentrional.

Los movimientos superficiales de agua en el Golfo de Tehuantepec a gran escala indican una corriente hacia el occidente frente a la Costa de Salina Cruz durante casi todo el año (Wyrcki en De la Lanza, 1991).

Sin embargo, la circulación producida por los tehuantepecanos es de gran importancia para la navegación. La oficina de Hidrografía de los Estados Unidos de América describe corrientes costaneras hacia el centro del Golfo de Tehuantepec, costa septentrional, como una respuesta al desplazamiento de agua hacia mar abierto originado por el arrastre de los fuertes vientos del norte. La velocidad de la corriente puede alcanzar 100 centímetros/segundo (Roden en De la Lanza, 1991).

Frente a Salina Cruz la corriente se dirige hacia el oriente, invirtiendo su sentido cuando la fuerza del viento cesa, tendiendo a restablecer el equilibrio de la superficie del mar. Hacia el poniente esta corriente se presenta con intensidad cercana a los 30 centímetros/segundo (Roden en De la Lanza, 1991).

Según Blackburn (en De la Lanza, 1991), el viento produce una corriente desde la parte boreal y central del Golfo de Tehuantepec, dirigida al sur y sudoeste con meandros producto de la interacción con la circulación general hacia el noroeste, presente frente a las costas de los Estados Unidos Mexicanos en esa zona.

En la parte central del Golfo de Tehuantepec se produce una región altamente divergente relacionada principalmente con la rotación del viento



(Roden; Blackburn en De la Lanza, 1991), esto conduce a una predicción de surgencias de hasta diez metros por día durante los tehuantepecanos.

El límite occidental de la surgencia coincide con la posición de la cordillera submarina de Tehuantepec, lo cual hace suponer que la topografía controla los límites de la surgencia (Stumpf en De la Lanza, 1991).

5.3.3 Surgencia eólica en el Golfo de Tehuantepec

La orografía existente en el sudeste mexicano es un factor determinante para la presencia de movimientos de agua inducidos por el viento.

El estrecho continental entre el Golfo de México y el océano Pacífico es el Istmo de Tehuantepec, de aproximadamente 40 kilómetros de ancho, región que separa la Sierra de Chiapas de la Sierra Madre del Sur. Ambas tienen una altitud media de 2,000 metros, descendiendo drásticamente hasta los 200 metros sobre el nivel del mar en el Istmo de Tehuantepec. A través de esta zona los anticiclones (centro de alta presión atmosférica a nivel del mar), que de octubre a marzo invaden el Golfo de México, disipan su energía potencial (Fernández *et al.* en Gallegos, 1994).

“Cuando un anticiclón se asienta sobre el Golfo de México, el gradiente de presión hacia el sur es contenido por la orografía mexicana, forzando movimientos ascendentes de aire húmedo sobre la vertiente del Golfo de México. Pero en el Istmo de Tehuantepec el aire encuentra una salida y el gradiente de presión acelera la masa de aire a través de esta estrecha cortadura orográfica. Las velocidades alcanzan entre 30 y 50 metros/segundo.” (Fernández *et al.* en Gallegos, 1994:75).

Estos vientos, conocidos como tehuantepecanos, transfieren al océano tanta energía que provocan una turbulencia horizontal y vertical en la capa superficial, alcanzando profundidades de decenas de metros, lo cual causa los movimientos de compensación vertical por Agua Subsuperficial más fría y desplazamiento horizontal (Gallegos, 1994).



A este fenómeno se le conoce como *surgencia eólica*, reconociéndose porque la temperatura de la capa superficial desciende varios grados celsius. En la capa fótica de la zona de surgencia llegan los nutrientes que en altas concentraciones están disueltos en las aguas superficiales del Golfo de Tehuantepec (Gallegos, 1994).

“Nutrientes e irradiación conjuntamente propician la actividad fotosintética suficiente para el inicio y desarrollo de la red trófica que engendra, alberga, propicia y alimenta una rica comunidad biológica” (Gallegos, 1994:77).

Lo anterior da como resultado la riqueza pesquera de la zona por la convergencia de especies de importancia comercial como sardina, anchoveta y atún (Gallegos, 1994).

Al finalizar los tehuantepecanos la surgencia eólica desaparece lentamente, iniciando nuevamente el calentamiento progresivo y la circulación del Agua Superficial del Golfo de Tehuantepec (Gallegos, 1994; Gallegos *et al.* en Gallegos, 1994).

5.3.4 Oleaje y mareas

Durante los tehuantepecanos el oleaje generado localmente es violento producto de la fuerza de estos vientos, en cambio, en otras épocas del año el oleaje es de periodo y longitud largo y amplitud relativamente moderada (Gallegos, 1994).

Estas olas tienen la suficiente energía para transportar sedimentos en el litoral, de acuerdo con la forma de la costa y la dirección de incidencia (Gallegos, 1994).

El tipo de marea es mixto semidiurno, esto es, dos pleamares y dos bajamares por día lunar. “La amplitud promedio de la marea en Salina Cruz representativa de toda la costa del Golfo de Tehuantepec es de un metro y la máxima de 1.80 metros” (Gallegos, 1994:79).

Esta amplitud genera una circulación costera que mantiene a través



del flujo y reflujos de la marea, una renovación permanente del agua de mar que penetra a las lagunas costeras. El movimiento inducido por la marea es barotrópico, modificándose por las características del substrato (Gallegos, 1994).

En un fondo plano la columna de agua se desliza sobre él en un continuo vaivén de trayectorias elípticas. Por el contrario, si no es plano la columna de agua reacciona contra él generando movimientos que arrastran sedimentos del fondo, incorporándolos a la columna de agua (Gallegos, 1994).

Esto sucede en el borde de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec, manteniéndose una turbidez permanente en la capa pegada al fondo de unos metros de espesor, rica en partículas y materia orgánica en suspensión (Gallegos *et al.* en Gallegos, 1994), lo cual contribuye a la productividad biológica en las comunidades del bentos del Golfo de Tehuantepec.

5.3.5 Variables físicas y químicas

Las variables físico-químicas son determinantes en la distribución y abundancia espacio-temporal de los tiburones debido a las particularidades de las distintas especies. Asimismo, su influencia puede verse reflejada en los volúmenes de capturas de las pesquerías. Por ello es importante conocerlas para comprender la dinámica de estos organismos.

Las variables físicas (temperatura y salinidad), y las químicas (oxígeno disuelto y nutrientes), presentan diferencias notables según el lugar en donde son tomadas. De tal manera que para su estudio, el ambiente marino es dividido en dos partes: el océano costero y el océano abierto (Gallegos, 1994).

El primero se refiere a las aguas someras sobre la plataforma continental, incluyendo lagunas costeras, estuarios y mares marginales. El segundo corresponde a las zonas de por lo menos 1,000 metros de



profundidad (Gallegos, 1994).

Entre estas dos regiones las profundidades aumentan del límite oceánico de la plataforma continental, unos 200 metros aproximadamente, hasta los 1,000 metros de profundidad. Esta zona de transición es el talud continental (Gallegos, 1994).

Para Gallegos (1994), las características destacables del océano costero son:

- Procesos de mezcla muy eficientes.
- La circulación costera tiende, por efectos de frontera entre otros procesos, a repetirse.
- Interacción con los sedimentos del fondo marino.
- Gran actividad biológica.
- Un contenido abundante de partículas en suspensión, tanto biogénico como litogénico.

Por su parte el océano abierto:

- Mantiene un contenido escaso de partículas en suspensión y una actividad biológica relativamente débil.
- No interacciona con los sedimentos del fondo.
- La circulación en general tiende a dispersar más que a concentrar.
- Los procesos de mezcla son relativamente ineficientes.

5.3.5.1. Temperatura

La temperatura superficial manifiesta cambios estacionales. De abril a septiembre el promedio en todo el Golfo es de 29 grados celsius. La precipitación provoca un descenso, mientras los períodos de nula o escasa nubosidad incrementan a lo más un grado celsius en ambos sentidos (Gallegos, 1994).

De octubre a marzo, especialmente durante los tehuantepecanos, la temperatura desciende drásticamente en la parte central más próxima a la costa, llegando incluso hasta los 10 grados celsius como resultado de la



intensa mezcla vertical y el ascenso de Agua Subsuperficial, creando con esto frentes térmicos, los cuales, según la intensidad y extensión de la surgencia se disipan de días a semanas (Gallegos, 1994).

La distribución vertical en el mar abierto se presenta como una delgada capa isoterma seguida por una termoclina, descendiendo la temperatura de 28 a 15 grados celsius en los primeros 100 metros de profundidad. Después de este nivel la variación es menor, entre los 350 y 900 metros de profundidad las temperaturas registradas son de 10 y 5 grados celsius respectivamente (Gallegos, 1994).

En la costa durante la temporada de surgencias la distribución vertical es casi homogénea, habiendo temperaturas relativamente frías. En otra época se presenta una termoclina somera y estrecha, con un gradiente térmico del orden de 1 grado celsius por cada 10 metros de profundidad (Gallegos, 1994).

5.3.5.2. Salinidad

Su distribución al igual que la temperatura varía de acuerdo a la época del año. El promedio de la salinidad del Agua Superficial es de 33.85 ups. Valores mayores a este son el resultado de la evaporación intensa o por eventos de surgencia, en contraste, valores menores se observan durante las lluvias (Gallegos, 1994).

Por medio de la distribución vertical de la salinidad se identifican las masas de agua subsuperficiales, intermedias y profundas, mostrando en la región costera un máximo de 38 ‰ y un mínimo de 27 ‰ (Pacheco en De la Lanza, 1991). Además, la distribución de la salinidad puede usarse como índice de procesos de interacción océano atmósfera: evaporación, surgencia eólica, precipitación, radiación y otros (Gallegos, 1994).

5.3.5.3. Oxígeno

El océano en contacto con la atmósfera puede disolver el oxígeno del aire. Las masas de agua cercanas a la superficie tienen una concentración de



oxígeno mayor que las encontradas conforme aumenta la profundidad, indicando con esto el consumo de oxígeno en la descomposición de materia orgánica y la respiración de organismos vivos (Gallegos, 1994).

A los 150 metros de profundidad se encuentra la *capa de mínimo oxígeno* con concentraciones de 0.1 a 0.5 mililitros/litro. Se extiende hacia el oeste a todo lo ancho del océano Pacífico tropical, a una profundidad y concentración que va en aumento en esa dirección (Gallegos, 1994).

Esta capa identifica a una masa de agua que se formó hace mucho tiempo. Por la lentitud con la que se desplaza y la descomposición del detritus de la materia orgánica producida en aguas superficiales, el oxígeno disuelto se ha consumido casi totalmente (Gallegos, 1994).

Las altas concentraciones de nutrientes, particularmente fosfatos, nitritos y silicatos presentes en la capa de mínimo oxígeno, revelan la descomposición de esta materia orgánica, además dan una explicación de la elevada tasa de productividad biológica durante los procesos de surgencia eólica. Al llegar el agua de esta capa a la superficie, con su aporte de nutrientes, aumenta su concentración de oxígeno disuelto hasta la saturación (Gallegos, 1994).

Según Roden (en De la Lanza, 1991), hay una heterogeneidad en la concentración del oxígeno en superficie en el Golfo de Tehuantepec, siendo 4.8 mililitros/litro, la cual es afectada por los tehuantepecanos, provocando el fenómeno de surgencia.

5.3.5.4. Nitrógeno

“La reconstrucción de los perfiles de nitratos profundos hecha para una sección longitudinal que va de la costa del Golfo de Tehuantepec a mar abierto (16°N, 95°O a 12°N, 99°O), muestra que el máximo de nitratos está cerca de los 500 metros de profundidad y las concentraciones máximas de nitritos se encuentran a los 400 metros de profundidad” (Pacheco en De la Lanza, 1991:189).



Las concentraciones de amonio alcanzan máximos de 2 a 3 ug-át/l en las capas superficiales y decrecen a cero o cerca de él en el corazón de la capa de mínimo oxígeno, debajo de ésta la concentración se incrementa ligeramente a 0.5 ug-át/l (Pacheco en De la Lanza, 1991).

5.3.5.5. Metano

La concentración de metano en el Golfo de Tehuantepec es de 0.1 umol/l (Cline y Richards en De la Lanza, 1991), sin embargo, Burke *et al.* (en De la Lanza, 1991), mencionan que el Pacífico tropical mexicano está sobre saturado respecto al equilibrio atmosférico en los primeros 200 metros de profundidad.

La distribución superficial de metano está controlada por los factores físicos de la región y es afectada por la producción biológica en aguas poco oxigenadas. La formación de este gas en microambientes reductores está asociada con las partículas orgánicas que favorecen su exceso en la parte superior de la columna de agua (Pacheco en De la Lanza, 1991).

5.3.5.6. Oligoelementos

Se ha comprobado que el cobre, níquel y cadmio se presentan en concentraciones menores a las previamente supuestas para el agua marina, además de tener una distribución bien definida en todos los océanos del mundo (Pacheco en De la Lanza, 1991).

En aguas superficiales donde ha ocurrido una surgencia las concentraciones de cadmio son elevadas, además, cuando se presenta un aumento de nutrientes concomitantes también incrementa el cadmio y viceversa (Bruland *et al.* en De la Lanza, 1991).

En el paralelo 20°N del frente Subtropical se observa un incremento de cadmio en el plancton acompañado de un aumento de fósforo, por lo cual el microplancton y sus detritos orgánicos son los responsables tanto de la distribución orgánica como del ciclo del cadmio, aunque los mecanismos involucrados son poco conocidos (Bruland *et al.* en De la Lanza, 1991).



Cuando los vientos producen la surgencia en el Golfo de Tehuantepec el zinc apenas se detecta en los primeros 10 metros de profundidad e incrementa su concentración en la piconclina. Esto evidencia la absorción de oligoelementos en el mar por las células y subsecuentemente el hundimiento, lo cual puede favorecer el camino en el que el zinc es removido desde la zona eufótica. El incremento de pH durante la fotosíntesis posiblemente ayude a este proceso (Zirino y Healy en De la Lanza, 1991).

Pese a la información previamente expuesta Pacheco (en De la Lanza, 1991:181), menciona: "a pesar de la importancia y peculiaridad del Golfo de Tehuantepec, las investigaciones son escasas".



6. RESULTADOS

*Las teorías se construyen a partir de los números
y las interpretaciones quedan frecuentemente
atrapadas en su propia retórica.
Stephen Gould*

6.1 Aspectos biológicos

6.1.1 Identificación de la especie

La identificación de *Sphyrna lewini* se hizo con base en sus características más conspicuas, siendo estas: cuatro ondulaciones del borde frontal de la cabeza con una muesca media, así como la posición y tamaño de sus aletas pares e impares (Figura 6.1.1.1).

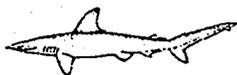


Tiburón martillo, Cornuda común (*Sphyrna lewini*)

1- Borde frontal de la cabeza con cuatro ondulaciones y una muesca central

2- Aletas pélvicas con borde anterior redondeado y posición

Figura 6.1.1.1. Características diagnósticas de *Sphyrna lewini*.
Tomado de Castro (2000).



6.1.2 Identidad taxonómica y características generales de *Sphyrna lewini*

De las distintas formas anatómicas que pueden encontrarse entre los tiburones, los organismos como el protagonista de este trabajo presentan una muy peculiar, de ahí que se les conozca coloquialmente como tiburones martillo.

Comparados con otros grupos, como los de la familia Carcharhinidae, su número es bastante reducido, habiendo ocho especies en el mundo y seis de ellas habitan en aguas mexicanas.

Debido a los constantes cambios y preferencias de cada investigador por agrupar a los organismos según sus características afines, la taxonomía de peces y en particular de elasmobranquios ha sufrido modificaciones hasta nuestros días.

La clasificación que a continuación se presenta es una combinación de las propuestas por Compagno (1984b; 1988; 1999; comunicación personal), y por lo tanto, es la más actualizada:

Phylum	Chordata Haeckel, 1874
Subphylum	Vertebrata Duchesne, 1975
Superclase	Gnatostomata Save y Soderbergh, 1934
Clase	Chondrichthyes Arambourg y Bertin, 1958
Subclase	Elasmobranchii Müller, 1844
Cohorte	Euselachii Regan, 1966
Subcohorta	Neoselachii Compagno, 1977
Superorden	Galeomorphii Compagno, 1973
Orden	Carcharhiniformes Compagno, 1973
Familia	Sphyrnidae Gill, 1872
Genero	<i>Sphyrna</i> Rafinesque, 1810
Especie	<i>S. lewini</i> (Griffith y Smith, 1834)

Asimismo, Compagno (1999), retomó los subgéneros ya descritos,



reagrupando a las especies de la familia Sphyrnidae mas emparentadas según sus relaciones filogenéticas, quedando:

Familia Sphyrnidae Gill, 1872

Genero *Eusphyra* Gill, 1862

Especie *Eusphyra blochii* (Cuvier, 1817)

Genero *Sphyrna* Rafinesque, 1810

Subgénero *Mesozygaena* Compagno, 1988

Especie *Sphyrna (Mesozygaena) corona* Springer, 1940

Especie *Sphyrna (Mesozygaena) media* Springer, 1940

Especie *Sphyrna (Mesozygaena) tudes* (Valenciennes, 1822)

Subgénero *Platysqualus* Swainson, 1839

Especie *Sphyrna (Platysqualus) tiburo* (Linnaeus, 1758)

Subgénero *Sphyrna* Rafinesque, 1810

Especie *Sphyrna (Sphyrna) lewini* (Griffith y Smith, en Cuvier, Griffith y Smith, 1834)

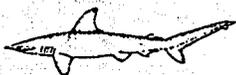
Especie *Sphyrna (Sphyrna) mokarran* (Rüppell, 1837)

Especie *Sphyrna (Sphyrna) zygaena* (Linnaeus, 1758)

6.1.2.1. Diagnósis de la familia Sphyrnidae

Reconocidos fácilmente por la forma de su cabeza, son organismos de talla mediana a grande, cuerpo alargado y moderadamente esbelto; la región anterior de la cabeza esta achatada y expandida lateralmente a modo de hacha o martillo (Figura 6.1.2.1.1), los ojos se ubican en los bordes externos provistos de membranas nictitantes inferiores bien desarrolladas (Fischer *et al.*, 1995).

Sus dientes son laminares con una sola cúspide; presentan dos aletas dorsales, la primera alta y puntiaguda con una base mayor a la de la segunda aleta dorsal está situada completamente delante del origen de las aletas pélvicas, la aleta caudal es heterocerca con una pronunciada escotadura subterminal y un lóbulo ventral pequeño pero bien definido. El



pedúnculo caudal está ligeramente achatado y expandido lateralmente, carente de quillas longitudinales pero con muescas precaudales (Fischer *et al.*, 1995).

Su coloración puede variar, predominando el gris o cobrizo en el dorso y el vientre blanco (Fischer *et al.*, 1995).

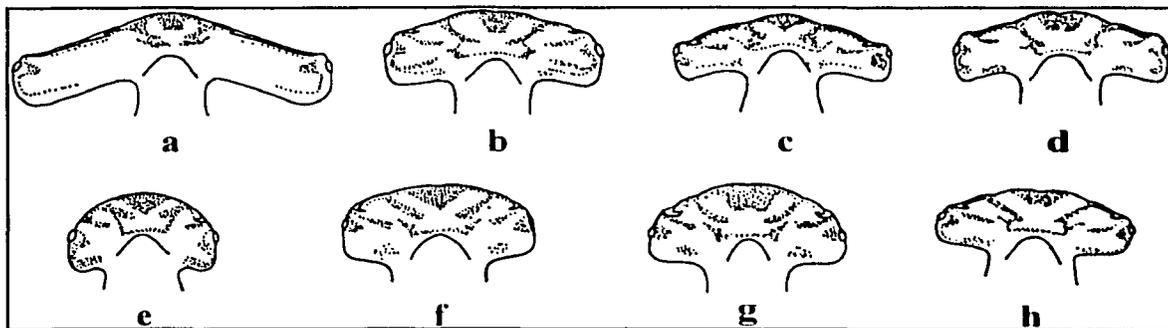


Figura 6.1.2.1.1. Forma de la cabeza y distribución de los poros ventrales de las ocho especies de tiburones martillo existentes en los océanos: a) *Eusphyrna blochii*; b) *Sphyrna mokarran*; c) *Sphyrna zygaena*; d) *Sphyrna lewini*; e) *Sphyrna tiburo*; f) *Sphyrna media*; g) *Sphyrna corona*; h) *Sphyrna tudes*.

Dibujos realizados por Paul Laessle para Gilbert (1967a).

6.1.2.2. Identidad taxonómica de *Sphyrna lewini*

Sphyrna lewini fue descrita originalmente como *Zygaena lewini* Griffith y Smith, en Cuvier, Griffith y Smith, 1834 [Animal Kingdom, 10:640, pl. 50]. El holotipo se desconoce y la localidad tipo fue la costa sur de New Holland, Australia (Gilbert, 1967a).

Con base en la ilustración que acompaña la descripción de la especie, puede ser reconocida por la escotadura media en la parte anterior de la cabeza y una segunda aleta dorsal baja con un lóbulo largo (Gilbert, 1967a).

En el pasado Griffith había sido citado como el descriptor original de *Sphyrna lewini*, una circunstancia que es el resultado de la inclusión de su nombre en la página del título como autor de las secciones suplementarias de la edición inglesa "El Reino Animal" de Cuvier en 1834 (Gilbert, 1967a).



Al parecer esto pasó por alto, sin embargo, es el hecho de que haya dos páginas del título consecutivas de cada volumen y, en la segunda página del volumen 10 bajo el título "La Clase Pisces", aparecen los nombres de Edward Griffith y Charles Hamilton Smith, indicando así su responsabilidad por las nuevas secciones en los órdenes de peces. La confusión se presentó porque sólo el nombre de Griffith aparece en la primera página del título "*El Reino Animal*" como autor de las adiciones, aunque las palabras "y otros" están escritos debajo en tipo pequeño (Gilbert, 1967a).

De lo anterior queda claro que Cuvier no tuvo ninguna participación en la preparación de éstos suplementos, por ello, eliminándolo como codescriptor de las especies nombradas ahí, se debe considerar a Griffith y Smith como descriptores de *Sphyrna lewini* y otras nuevas formas que aparecen en ese volumen (Gilbert, 1967a).

Durante mucho tiempo *Sphyrna lewini* fue confundido por su superflua similitud con *Sphyrna zygaena*. Garman (en Gilbert, 1967), parece haber sido el primero en reconocer las diferencias de las dos especies desde que en su monografía de los tiburones publicada en 1913, describió un nuevo pez martillo, *Cestracion oceanica*, notando que estaba estrechamente vinculado con *C. zygaena*, y era similar en la mayoría de los aspectos.

Al comparar la especie anterior con *zygaena*, la referencia que se tomo en cuenta fue la longitud interna de la narina, comprendiendo más de la mitad de la distancia desde las narinas a la mitad de la punta del morro. La longitud interna de la narina en *C. oceanica*, junto con otros caracteres mencionados en la descripción original, lo conducen a uno a sospechar que esta especie es idéntica a *Sphyrna lewini*, lo cual se confirmó al examinar cuatro ejemplares (Gilbert, 1967a).

Springer (en Gilbert, 1967), fue el primero en demostrar concluyentemente que *S. zygaena* y *S. lewini* son específicamente distintos. Sin embargo, en ese momento él ignoraba que las poblaciones del Atlántico y



Pacífico de *S. lewini* son morfológicamente indistinguibles, por consiguiente, describió la población anterior como una nueva especie: *S. diplana*.

Tortonese (en Gilbert, 1967), aunque continuo reconociendo a *S. diplana* y *S. lewini*, cuestionó fuertemente su separación taxonómica. Él no hizo sinonimias entre las dos especies debido a una falta de material de las áreas críticas, además, dudó de la validez de *Sphyrna oceanica* y como correctamente supuso, fue idéntico a *S. lewini*.

Fraser-Brunner (en Gilbert, 1967), determinó la sinonimia entre *S. diplana* y *S. lewini*, aunque continuó reconociendo a *S. oceanica* como válido, citando supuestas diferencias en el tamaño del ojo, longitud del hocico, posición relativa de la primera aleta dorsal, tamaño de la segunda aleta dorsal y forma de la cabeza. Sin embargo, aun cuando especímenes examinados del Golfo de Aden fueron identificados por este autor como *S. oceanica*, esto no probó su conclusión que esta especie nominal es una forma válida.

La revisión histórica anterior es una muestra de la problemática existente para identificar y nombrar a un mismo organismo y ya sea por la falta de ejemplares o por supuestas diferencias encontradas, se puede argumentar la presencia de una nueva especie, como a continuación se presenta la revisión realizada por Gilbert (1964a), para *Sphyrna lewini*:

- ?*Cestrorhinus caroliniensis* Blainville, 1816, p. 121. (Nombre solamente)
- ?*Cestrorhinus pictus* Blainville, 1816, p. 121. (Nombre solamente)
- *Zygaena malleus* Valenciennes, 1822, p. 233. (En parte; descripción; ilustración de la cabeza; mar Mediterráneo y océano Atlántico; dientes descritos como denticulados)
- ?*Zygaena indica* Van Hasselt, 1823, p. 315. (Localidad tipo: Java)
- *Zygaena lewini* Griffith y Smith, en Cuvier, Griffith, y Smith, Animal Kingdom, vol. 10, p. 640, pl. 50, 1834. (Descripción original; figura; sin especie tipo; localidad tipo: costa sur de New Holland)



- *Sphyrnias zygaena* (identificado en parte) Gray, 1851, p. 48. (En parte; *malleus* incluido en la sinonimia)
- *Sphyrna lewini* Duméril, 1858, p. 261. (Posiblemente en parte; Gorrée, Africa occidental)
- *Cestracion leeuwenii* Day, 1865, p. 271. (Descripción; Malabar; distinguible de *C. zygaena*)
- *Cestracion (Zygaena) leeuwenii* Duméril, 1865, p. 383. ("Cotes de la terre de Leeuwen" [Australia])
- ?*Cestracion (Sphyrna) zygaena* (mal identificado) Steindachner, 1870, p. 576. (Posiblemente en parte; solo el nombre; Senegambia)
- *Zygaena erythraea* (Ehrenberg) Klunzinger 1871, p. 666. (Nombre en sinonimia)
- *Zygaena leuwinii* Ramsay, 1881, p. 96. (Posiblemente en parte; solo el nombre; Port Jackson, Australia)
- *Cestracyon zygaena* (mal identificado) Poey, 1881, p. 348. (Porto Rico, Guiana, área Mediterránea; Indias orientales; se refiere principalmente a *Sphyrna lewini*; especímenes del Mediterráneo, pueden aplicar en parte a *S. zygaena*)
- ?*Sphyrna zygaena* (posible mala identificación) Studer, 1889, p. 263. (Moreton Bay)
- ?*Zygoena malleus* (posible mala identificación) Sauvage, 1891, p. 510 (Puede referirse completamente o en parte a *Sphyrna zygaena*)
- ?*Sphyrna (Zygaena) zygaena* (posible mala identificación) Imms, 1905, p. 43. (Denticulos faringeos; sólo nombre; puede referirse completamente o en parte a *Sphyrna zygaena*)
- ?*Sphyrna tudes* (posible mala identificación) Ogilby, 1908, p. 4. (Puede referirse a *Sphyrna mokarran*)
- *Cestracion oceanica* Garman, 1913, p. 158-159. (Descripción original; localidad tipo: Society Islands)



-
-
- *Cestracion lewini* Ogilby, 1916, p. 81, 94. (Bahía Moreton, Queensland)
 - *Sphyrna (Sphyrna) lewini* McCulloch y Whitley, 1925, p. 129. (Referencia)
 - ?*Sphyrna (Sphyrna) zygaena* (posible mala identificación) McCulloch y Whitley, 1925, p. 129. (Puede referirse en parte a *Sphyrna lewini*)
 - *Sphyrna oceanica* Fowler, 1928, p. 23. (Copiado)
 - *Cestracion zygoena* (probable mala identificación) Chevey, 1932, p. 6. (Cochin China; probable mala identificación por la localidad)
 - *Sphyrna diplana* Springer, 1941, p. 46-52. (Descripción original; localidad tipo: Englewood, Fla.)

Sin embargo, de los veinticuatro nombres listados, Compagno (1984b), solo considera seis nombres como sinonimias para *Sphyrna lewini*, siendo estos: *Zygaena malleus* Valenciennes, 1822 (en parte); *Zygaena indica* van Hasselt, 1823; *Cestracion leeuwenii* Day, 1865; *Zygaena erythraea* Hemprich y Ehrenberg, 1899; *Cestracion oceanica* Garman, 1913; *Sphyrna diplana* Springer, 1941.

6.1.2.3. Nombres vernáculos

Este tiburón martillo es conocido coloquialmente como cornuda común, cornuda baya, cornuda barrosa y tiburón cruz (Compagno, 1984b; Torres, 1999; Anislado, 2000). En lenguas extranjeras los nombres que recibe son: scalloped hammerhead shark (inglés), requin-marteau, halicorne (francés), bogenstirn-hammerhai (alemán); pesce stampella (italiano), aka-shumokuzame (japonés) (Elasmo.com, 1998; Anislado, 2000).

6.1.2.4. Características diagnósticas

Con la finalidad de conocer las características que le dan la identidad taxonómica a *Sphyrna lewini*, a continuación se presenta la diagnosis de esta especie.

6.1.2.4.1. Cuerpo y cabeza

Cuerpo alargado y comprimido lateralmente (Figura 6.1.2.4.1.1); su cabeza deprimida presenta una expansión prebranquial en forma de hacha o



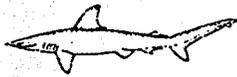
martillo, muy ancha transversalmente pero longitudinalmente corta, su anchura es del 24 al 30 por ciento de su longitud total, siendo principalmente cerca del 26 por ciento (Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).



Figura 6.1.2.4.1.1. Vista lateral de *Sphyrna lewini*.

La distancia de la punta del morro a la inserción trasera del margen posterior de la expansión de la cabeza es menor a la mitad del ancho de la misma, su margen anterior forma un arco amplio en los juveniles, siendo algo más estrecho en los adultos y se caracteriza por una escotadura poco profunda pero bien evidente en la línea media y otra, redondeada y profunda, frente a cada orificio nasal; el margen posterior de la cabeza es ancho, anguloso posterolateralmente y generalmente más ancho que el de la boca (Castro, 1983; Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).

La parte ventral de la cabeza presenta surcos prenarinales bien desarrollados en posición media-anterior a los orificios nasales; el morro



preoral es aproximadamente de un quinto a un tercio del ancho de la cabeza; el extremo posterior de los ojos se encuentra ligeramente anterior a la sínfisis bucal preeminente y la boca en general es bastante arqueada (Compagno, 1984b). Además, está provista de una serie de poros en la región media-anterior caracterizado por un ángulo bastante afilado, redondeado en la esquina exterior-posterior y por un área triangular estrecha desprovista de poros en la región media-posterior (Gilbert, 1967a) (Figura 6.1.2.4.1.2).

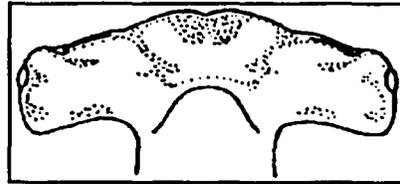


Figura 6.1.2.4.1.2. Vista ventral de la cabeza de *Sphyrna lewini*. Dibujo realizado por Paul Laessle para Gilbert (1967a).

6.1.2.4.2. Dentición

Su dentición se caracteriza por ser triangular de bordes lisos, frecuentemente con pequeñas serraciones en organismos mayores de 1.5 o 1.8 metros en longitud total, siendo similar en ambas mandíbulas. El primer diente es más pequeño que el segundo y el decimoquinto y decimosexto son muy pequeños. Los dientes anteriores son moderadamente largos, con cúspides robustas a delgadas, lisos o débilmente serrados, los dientes centrales son erectos y los subsecuentes principalmente con cúspides oblicuas sin ser colapsados ni molariformes (Gilbert, 1967a; Castro, 1983; Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).

En la mandíbula superior el primer y tercer diente son casi simétricos y erectos, mientras los siguientes van en aumento oblicuo hacia las esquinas de la boca; por el contrario, las cúspides de los dientes inferiores son un poco más estrechas con relación a los superiores, siendo similarmente oblicuos pero con una serie sucesiva tendiendo a ser más erectos, con cúspides relativamente más estrechas con el crecimiento (Gilbert, 1967a) (Figura



6.1.2.4.1.3).

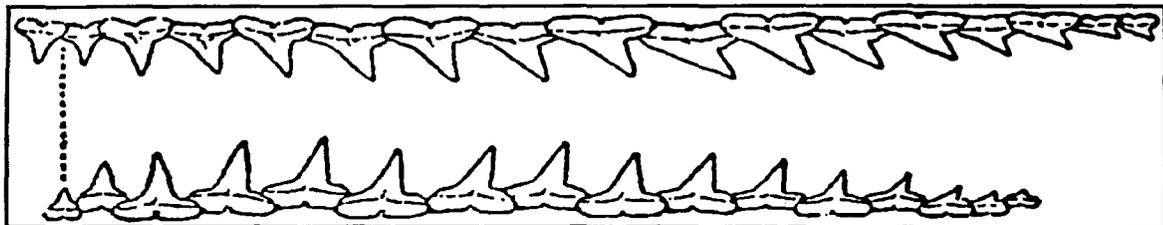


Figura 6.1.2.4.1.3. Dentición de *Sphyrna lewini*, correspondiendo a la mandíbula superior e inferior. Tomado de Bigelow y Schroeder en Gilbert (1967a).

Durante mucho tiempo se había pensado que la condición serrada sólo era característica de la población del pacífico (Sadowsky en Gilbert, 1967), y de hecho, fue una de las razones por las que Springer nombró a la población atlántica como una nueva especie, *S. diplana*. Sin embargo, a partir de las observaciones del Dr. Shelton P. Applegate en organismos de esta especie en el Atlántico occidental con dientes serrados (Gilbert, 1967a), se registró como una característica de la especie, por lo que algunos investigadores como Gilbert consideraron a *S. diplana* como un sinónimo de *Sphyrna lewini*.

La fórmula dental para *Sphyrna lewini* según Gilbert (1967a), y Castro (1983), es:

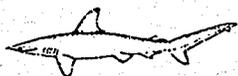
$$\frac{15 \text{ o } 16 - 0 \text{ o } 2 - 15 \text{ o } 16}{15 \text{ o } 16 - 1 \text{ o } 2 - 15 \text{ o } 16}$$

6.1.2.4.3. Dentículos dérmicos

Los dentículos dérmicos (examinados de la parte posterior debajo de la primera aleta dorsal) (Gilbert, 1967a), están estrechamente intercalados con las hojas delgadas y ligeramente arqueadas; la longitud del denticulo (medido de la punta a su margen medio), es tan grande o casi tan grande como ancho.

6.1.2.4.4. Aletas

Primera aleta dorsal moderadamente falcada con su origen sobre o ligeramente detrás de la axila pectoral, su lóbulo posterior se extiende frente



al origen de las aletas pélvicas (Compagno, 1984b).

La segunda aleta dorsal es un cuarto más pequeña que la primera y de menor altura que la aleta anal, teniendo esta última una base aproximadamente de tres a cuatro quintos mayor que la segunda aleta dorsal; muestra una concavidad poco profunda del margen posterior, su margen interno es largo, aproximadamente dos veces el tamaño de la aleta y su lóbulo posterior se extiende completamente sobre el origen dorsal de la aleta caudal heterocerca (Castro, 1983; Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).

Aletas pectorales cortas y anchas con las puntas de la superficie ventral de color gris o más oscuro, el cual con la edad puede cambiar llegando a ser negro en organismos adultos (Gilbert, 1967a; Castro, 1983; Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).

Aletas pélvicas no falcadas, con los márgenes posteriores rectos o ligeramente cóncavos (Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).

Aleta anal más grande que la segunda aleta dorsal y bastante larga, su base corresponde del 4.3 al 6.4 por ciento de la longitud total; se origina por delante del origen de la segunda aleta dorsal y su margen posterior es superficialmente cóncavo o casi recto (Compagno, 1984b).

6.1.2.4.5. Vértebras

El número total de vértebras según Gilbert (1967a), es de 174 a 204 y según Compagno (1984b), es de 174 a 209.

6.1.2.4.6. Coloración del cuerpo

Color del dorso uniforme, entre oliva intenso o aceitunado, pardusco-gris o gris-marrón, cambiando a un matiz blanco ventralmente (Gilbert, 1967a; Castro, 1983; Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995). Castro (1983), menciona que un espécimen albino ha sido reportado.

6.1.2.4.7. Variación

Con la posible excepción de los dientes, *Sphyrna lewini* muestra una



pequeña variación geográfica notable en caracteres morfológicos externos. Sin embargo, algunos de éstos son considerados de importancia taxonómica básica, como la estructura del condocráneo, la distribución de los poros medio-anterior en la parte ventral de la cabeza, la longitud y desarrollo de la ranura internarinal, la posición y longitud de las aberturas branquiales externas y la forma y posición de las aletas, las cuales permanecen bastante constantes (Gilbert, 1967a).

6.1.2.4.8. Hábitat

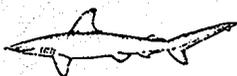
Es esencialmente cosmopolita y uno de los tiburones veraniegos más comunes de las aguas estuarinas de las Carolinas y del Golfo de México (Castro, 1983; Compagno, 1984b). Probablemente el más abundante de los tiburones martillo pelágico-costero o semioceánico de aguas cálidas y tropicales presente en aguas continentales e insulares y aguas profundas adyacentes a éstas, acercándose con frecuencia a la costa y entrando a bahías y estuarios cerrados. Al parecer no penetra extensivamente en aguas frías de 21 a 22 grados celsius. Puede encontrarse desde la superficie hasta profundidades cercanas a los 275 metros (Gilbert, 1967a; Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).

Los neonatos se encuentran principalmente en costas cerradas, los juveniles tienden a formar grandes cardúmenes y los adultos viven solitarios, en pares o en grupos mayores, aunque suelen encontrarse organismos juveniles y adultos solitarios (Compagno, 1984b; Fischer *et al.*, 1995).

6.1.2.4.9. Distribución geográfica

Aunque su rango coincide con el de *Sphyrna zygaena* en alguna magnitud, hay relativamente pocos registros de las dos especies juntas (Herald en Gilbert, 1967). Su distribución mundial según Compagno (1984b), es la siguiente (Figura 6.1.2.4.9.1):

- Atlántico occidental: Nueva Jersey a Brasil, incluyendo el Golfo de México y Caribe.



- Atlántico oriental: Posiblemente del Mediterráneo y Senegal a Zaire.
- Pacífico indooccidental: De Sudáfrica y Mar Rojo a Pakistán, India, Burma, Tailandia, Indonesia, China (incluyendo la isla de Taiwán), Japón, Filipinas, Australia (Queensland, Australia occidental), Nueva Caledonia.
- Pacífico central: Hawaii y Tahití.
- Pacífico oriental: California meridional y del Golfo de California a Panamá, Ecuador y posiblemente el norte de Perú.

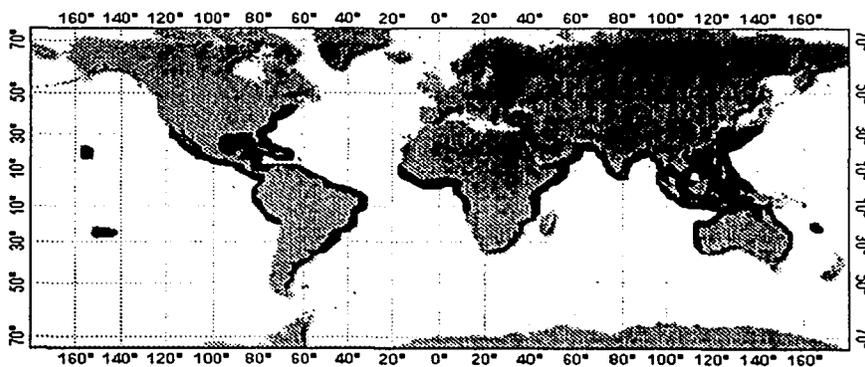


Figura 6.1.2.4.9.1. Distribución geográfica mundial de *Sphyrna lewini*. Tomado de Elasmocom (1998).

6.1.2.4.10. Reproducción

Especie vivípara con una placenta derivada del saco vitelino, el periodo de gestación se estima de 10 a 12 meses (Branstetter, 1987; Anislado, 1995; Torres, 1999). Muchos carcarínidos y esfirnididos del Golfo de México tienen periodos de alumbramiento de dos a tres semanas a finales de la primavera, entre mayo y junio (Branstetter, 1981; Parsons en Branstetter, 1987).

El número de crías por camada es de 15 a 31 (Castro, 1983; Compagno, 1984b). Bass *et al.* (en Chen *et al.*, 1988), reportó la talla de nacimiento aproximadamente a los 50 centímetros de longitud total en las costas de Natal, Sudáfrica y al sur de Mozambique; por su parte Casey (en Chen *et al.*, 1988), la registró a los 43 centímetros de longitud total al noreste



de los Estados Unidos de América, en la Bahía Chesapeake; Castro (1983), registró un intervalo de 38 a 45 centímetros de longitud total en aguas de Norteamérica; Compagno (1984b), reportó un intervalo de 42 a 55 centímetros de longitud total en todos los océanos.

Algunos registros de neonatos son referidos al Atlántico noroeste de 38.2 centímetros de longitud total (Dodrill en Branstetter, 1987), 43.2 centímetros de longitud total en el Atlántico sudeste (Sadowsky en Branstetter, 1987), 39.5 centímetros de longitud total en Hawaii (Clarke, 1971), y 45 centímetros de longitud total en Sudáfrica (Bass *et al.* en Branstetter, 1987).

La mayoría de las camadas son de 40 a 50 centímetros de longitud total y el tamaño promedio de los neonatos es mayor de 50 centímetros (Clarke, 1971; Sadowsky; Dodrill en Branstetter, 1987).

La variación en el tamaño de nacimiento de la cornuda común puede ocurrir si algunas crías obtienen mayor nutrición a expensas de otros compañeros de la camada (Branstetter, 1987).

Respecto de la madurez sexual, Castro (1983), y Compagno (1984b), la reportaron para hembras aproximadamente entre los 180 y 212 centímetros de longitud total, a diferencia de los machos, la cual se presenta entre los 140 y 180 centímetros de longitud total.

Dodrill (en Branstetter, 1987), listó hembras inmaduras de 182 centímetros de longitud total y hembras como probablemente maduras de 221 centímetros de longitud total, pero los especímenes muestreados no fueron examinados internamente. Otros registros corresponden a hembras de 204 centímetros de longitud total (Branstetter, 1981), y de 212 centímetros de longitud total (Bass *et al.* en Branstetter, 1987), siendo ambas vírgenes con tractos reproductivos maduros sexualmente. Stevens (en Branstetter, 1987), reportó una hembra completamente madura a los 250 centímetros de longitud total.



En Australia Stevens y Lyle (1989), examinaron seis hembras, una de 166 centímetros de longitud total la cual fue virgen inmadura y otra de 152 centímetros de longitud total, siendo ésta madura no virgen. Las subsiguiente fueron: una madura no virgen de 228 centímetros de longitud total, una preovulatoria de 229 centímetros de longitud total, otra preñada de 238 centímetros de longitud total, y la última con alumbramiento de 256 centímetros de longitud total. En ausencia de más datos de especímenes adultos los autores concluyeron que las hembras maduran aproximadamente a los 200 centímetros de longitud total.

Branstetter (1987), y Stevens (en Branstetter, 1987), con base en sus colectas infirieron que las hembras deberían madurar cerca de los 250 centímetros de longitud total, más o menos a los 15 años, mucho más grandes que los machos, mientras que la madurez de éstos últimos es aproximadamente a los 180 centímetros de longitud total, entre 9 y 10 años.

Anislado (1995), observó la talla de madurez sexual en hembras a los 200 centímetros de longitud total, o 4.85 años, a diferencia de los machos, en los cuales se presentó a los 170 centímetros de longitud total, o 3.57 años.

Bass *et al.* (en Chen *et al.*, 1988), reportaron para Mozambique la madurez sexual en machos entre los 140 y 165 centímetros de longitud total, por otra parte, mencionaron que las hembras maduran aproximadamente a los 212 centímetros de longitud total.

La mayoría de los registros publicados sugieren una talla de madurez sexual para machos aproximadamente a los 180 centímetros de longitud total (Clark y von Schmidt, 1965; Dodrill; Cadenat y Blache en Branstetter, 1987).

El intervalo de la talla de madurez sexual en machos del Atlántico es de 180 a 185 centímetros de longitud total (Bigelow y Schroeder; Cadenat y Blache en Stevens y Lyle, 1989). En aguas de Australia los machos maduros se presentaron en mayor proporción en un intervalo de 140 a 160



centímetros de longitud total, sin embargo, el espécimen maduro más pequeño fue de 135 centímetros de longitud total y el inmaduro más grande fue de 161 centímetros de longitud total (Stevens y Lyle, 1989).

En cuanto a la correspondencia de sexos, Clarke (1971), mencionó para el área de crianza de Hawaii una proporción de 1:1. Bass *et al.* (en Stevens y Lyle, 1989), evidenciaron que los machos comprendieron el 63.4 por ciento de los organismos juveniles y adolescentes en Natal, Sudáfrica. Por otra parte, Klimley y Nelson (en Stevens y Lyle, 1989), notaron la presencia predominante de hembras adolescentes en el Golfo de California.

6.1.2.4.11. Talla

La talla máxima es aproximadamente entre 360 y 420 centímetros de longitud total (Gilbert, 1967a; Castro, 1983; Compagno, 1984b). Las hembras alcanzan al menos 309 centímetros de longitud total, a diferencia de los machos, los cuales llegan a medir al menos 295 centímetros de longitud total (Castro, 1983; Compagno, 1984b).

6.1.2.4.12. Preferencias alimenticias

Este tiburón tiene una amplia variedad de presas dependiendo de su distribución geográfica, entre las que se encuentran invertebrados como los cefalópodos, carangidos y crustáceos, diversas especies de peces óseos y cartilagosos, tortugas, delfines, e incluso se ha llegado a observar en los contenidos estomacales restos de algas, lo cual muestra la diversidad alimenticia de esta especie (Castro, 1983; Compagno, 1984b; Stevens y Lyle, 1989; Anislado, 2000). La dieta de hembras y machos es distinta porque las primeras son de hábitos pelágicos (Klimley, 1987; Anislado, 2000).

6.1.2.4.13. Movimientos migratorios

Esta especie tiene gran movilidad y es en parte migratoria, forma grandes cardúmenes de pequeños individuos que se mueven hacia los polos en verano en ciertas áreas como en Natal, Sudáfrica; en cambio, en regiones como el este del mar de China es probable que no migren y se piensa que



forman grandes poblaciones residentes (Compagno, 1984b). Hembras y machos adultos se segregan durante su ciclo de vida excepto durante la temporada de apareamiento (Compagno, 1984b; Klimley, 1987).

Hacia el sur de la península de Baja California, cardúmenes polarizados de hembras y machos con un predominio de hembras, juveniles ligeramente menores a un metro y adultos cercanos a los tres metros, han sido observados cerca de la costa sobre las montañas marinas y cerca de las islas por A. Peter Klimley y Donald R. Nelson, desconociéndose la función de estos cardúmenes (Compagno, 1984b).

En Hawaii, los adultos se mueven a lo largo de la costa en la Bahía Kaneohe, Oahu, donde ocurren los apareamientos, además de ser una zona de reunión de los juveniles, encontrándose los más pequeños cerca de la costa; el movimiento hacia el interior de las aguas profundas se da cuando estos crecen, sólo eventualmente salen a aguas abiertas (Compagno, 1984b).

6.1.2.4.14. Pesca y abundancia

Se captura abundantemente en pesquerías costeras artesanales y comerciales, así como en operaciones de pesca oceánicas. Las artes de pesca más utilizadas son palangres pelágicos y de fondo, redes fijas de fondo y redes de arrastre pelágicas y de fondo; los juveniles son capturados fácilmente con palangres (Fischer *et al.*, 1995). Esta especie ha sido pescada en Florida y el sudoeste de las Indias por el aceite, carne y piel (Castro, 1983); en nuestro país se captura principalmente por su carne y aletas.

Sphyrna lewini ha sido reportada como abundante por Clarke (1971), en Hawaii; Rodríguez (en Pérez y Venegas, 1997), en Mazatlán; Branstetter (1987), en el noroeste del Golfo de México; Galván *et al.* (1989), al sur del Golfo de California; Righetty y Castro (en Pérez y Venegas, 1997), en Mazatlán; y Corro (en Pérez y Venegas, 1997), al sur de Sinaloa. Además, Castillo *et al.* (en Pérez y Venegas, 1997), señalaron que en el Golfo de México son capturados una gran cantidad de neonatos y juveniles de esta especie.



Russell (1993), indicó que esta especie es de abundancia media en el Golfo de México; Bonfil *et al.* (1988), y Bonfil *et al.* (1990), en el sudeste de México y Yucatán respectivamente, consideraron a la cornuda común como escasa. Por su parte, Pérez y Venegas (1997), la consideraron como una especie de abundancia media.

Galván *et al.* (1989), mediante observaciones directas y fotografías submarinas señalaron la presencia de cardúmenes de *Sphyrna lewini* alejados de las costas, compuestos principalmente por hembras.

Marin (1992), resaltó como principales especies de las capturas en Veracruz y probablemente en Tabasco, las pertenecientes a las familias Carcharhinidae y Sphyrnidae. De las tres especies de esfirnidos registradas en esas áreas (*Sphyrna lewini*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna tiburo*), *Sphyrna lewini* fue la más abundante, ocupando el octavo lugar en la captura total.

Según Uribe (en Marin, 1992), en las aguas de Campeche se presentan al menos veintitrés especies de tiburones, entre las que destacan doce de la familia Carcharhinidae y tres de la familia Sphyrnidae, entre las cuales se encuentra *Sphyrna lewini*.

Saucedo (en Castillo, 1992), mencionó como especies más abundantes en las capturas comerciales en Mazatlán, Sinaloa, a *Rhizoprionodon longurio*, *Sphyrna lewini*, *Nasolamia velox* e *Isurus oxyrinchus*. De *Sphyrna lewini*, el noventa por ciento de la captura total correspondió a organismos juveniles de 37 a 134 centímetros de longitud total y el 10 por ciento restante comprendió tiburones adultos de 200 a 270 centímetros de longitud total.

Velez *et al.* (1995), encontraron a *Sphyrna lewini* dentro de las principales especies tropicales capturadas por la flota ribereña de Manzanillo, Colima.

Con base en los reportes del trabajo biológico-pesquero de tiburones del Pacífico mexicano (SEPESCA, 1995), se mencionó a *Sphyrna lewini* y



Prionace glauca como especies que están subaprovechadas.

En aguas costeras del Golfo de México durante noviembre de 1993 a diciembre 1994, se monitorearon las capturas de 901 embarcaciones con una producción total registrada de 84,717 tiburones. *Sphyrna lewini* representó el 5 por ciento de las capturas totales en dicha región; en Tabasco se obtuvieron los mayores desembarques de esta especie con un 50.4 por ciento. En este estudio se concluyó que la captura de adultos de *Sphyrna lewini*, *Carcharhinus leucas* y *Carcharhinus falciformis* sostienen la pesquería de tiburón (SEPESCA, 1996).

Rodríguez *et al.* (1996b), basados en los muestreos realizados de junio a octubre de 1995 en Sonora, determinaron que *Sphyrna lewini* ocupó el tercer lugar en importancia de las especies capturadas con fines comerciales.

Dentro de la pesca recreativa, está clasificada como una especie deportiva. Al igual que todos los grandes tiburones martillo, es considerada peligrosa pero por lo general no ataca a los buceadores y bañistas (Castro, 1983; Fischer *et al.*, 1995).

6.1.2.4.15. Diferencias entre *Sphyrna lewini* y *Sphyrna zygaena*

Sphyrna lewini se distingue de *Sphyrna zygaena* por la escotadura media en el margen anterior de la cabeza; cavidades nasales internas más cortas que se extienden de un 40 a un 45 por ciento de distancia del margen interno de las narinas a la punta del hocico; órbitas más alejadas de las narinas, estando ligeramente separados por una distancia menor que el diámetro horizontal del ojo; la punta del lóbulo posterior de la segunda aleta dorsal se encuentra muy cerca a la muesca precaudal, su longitud comprende de tres cuartos a cuatro quintos de distancia de la base de la segunda aleta dorsal a la muesca precaudal; presenta una depresión ligeramente profunda en la aleta anal falcada, la parte más profunda de la



muesca situada en el margen distal ligeramente anterior a una línea deducida perpendicularmente de la axila posterior de la aleta; base de la aleta anal más larga, la longitud de esta es casi igual a la longitud de la base de las aletas pectorales; la punta posterior de la muesca precaudal es más obtusa; presencia ocasional de una muesca precaudal ventral y varios caracteres del condocráneo (Gilbert, 1967a) (Figura 6.1.2.4.15.1).

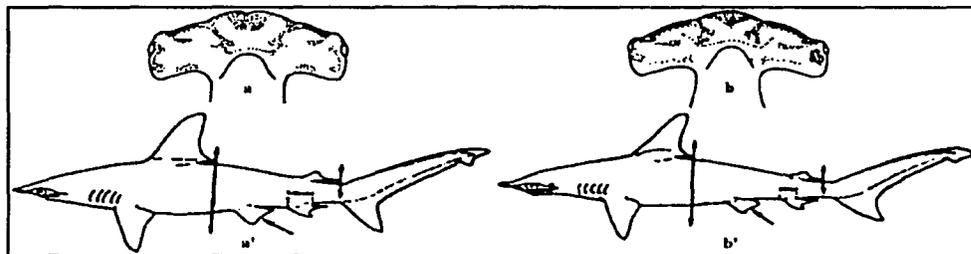


Figura 6.1.2.4.15.1. Diferencias entre *Sphyrna lewini* (a, a') y *Sphyrna zygaena* (b, b'). a y b: Dibujos realizados por Paul Laessle para Gilbert (1967a); a' y b': tomados de Compagno (1984b).

6.1.3 Relaciones morfométricas

Las relaciones longitud furcal o precaudal-longitud total para hembras y machos de *Sphyrna lewini* fueron de tipo lineal (Figuras 6.1.3.1-6.1.3.3), con un coeficiente de determinación en todos los casos de 0.99.

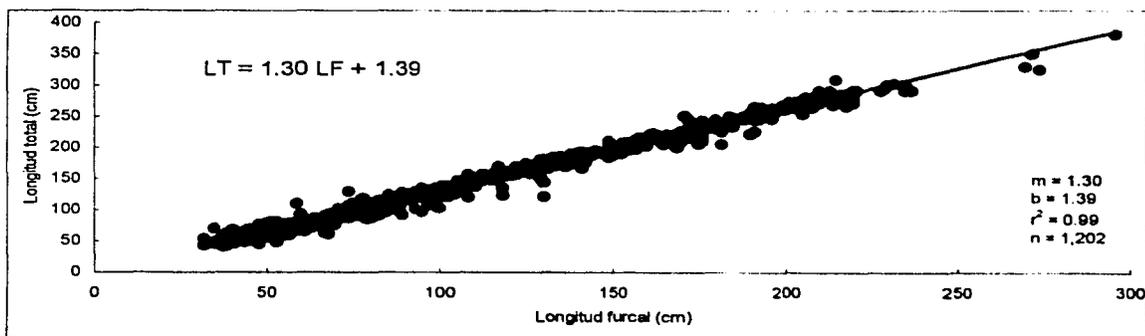


Figura 6.1.3.1. Relación entre la longitud furcal y total para hembras y machos de *Sphyrna lewini*.

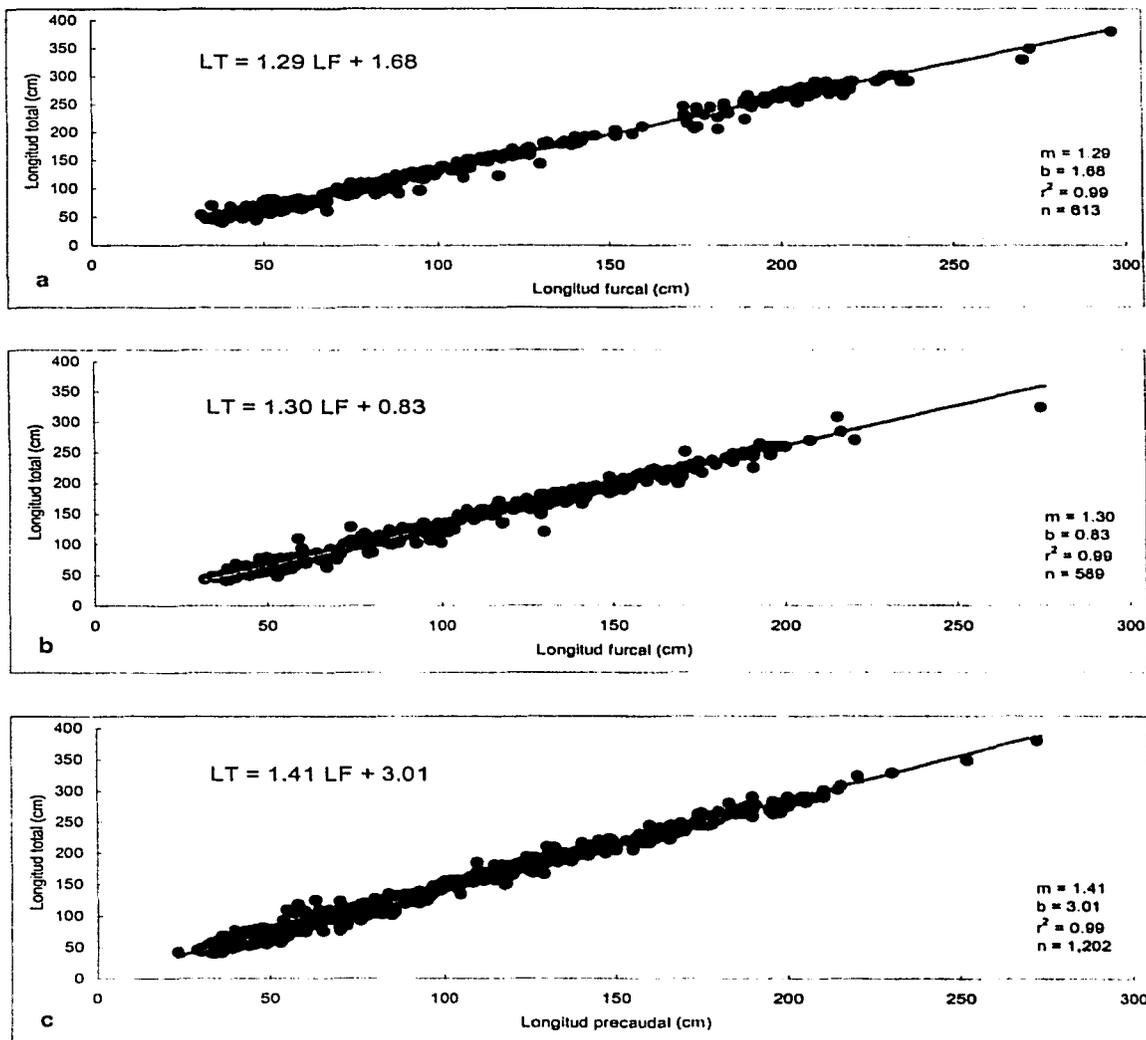


Figura 6.1.3.2. Relaciones morfométricas para *Sphyrna lewini*: a) relación entre la longitud furcal y total para hembras; b) relación entre la longitud furcal y total para machos; c) relación entre la longitud precaudal y total para hembras y machos.

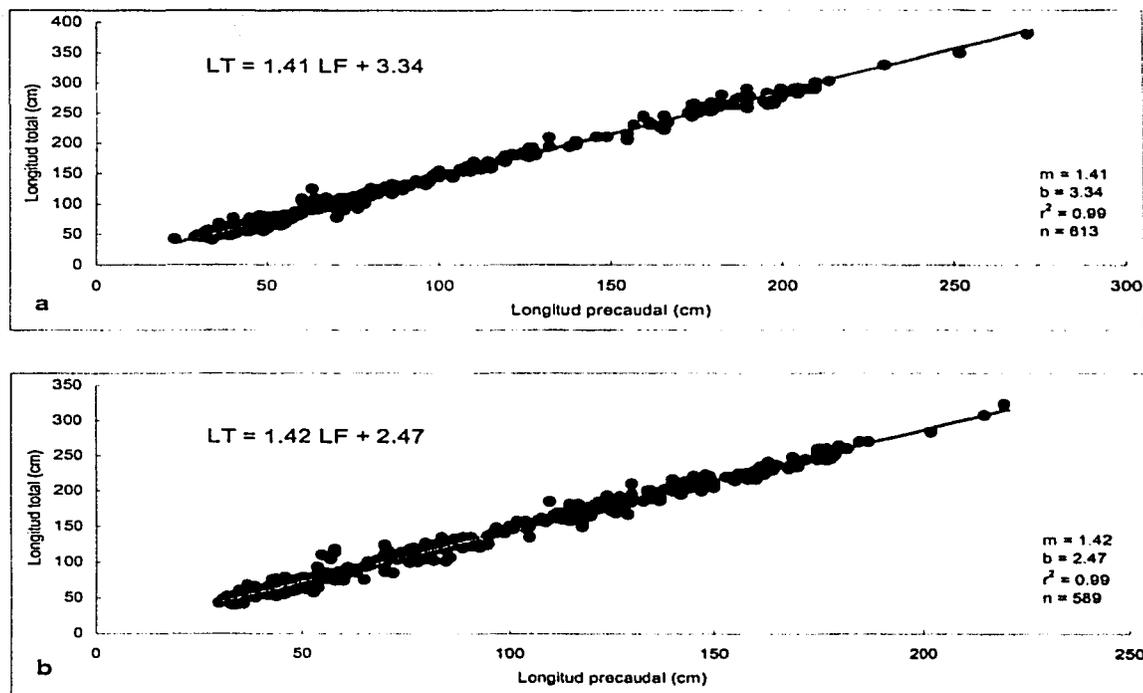


Figura 6.1.3.3. Relación entre la longitud precaudal y total para *Sphyrna lewini*: a) hembras; b) machos.

Por su parte la relación longitud total-longitud del mixoptergio mostró un comportamiento muy distinto respecto de las relaciones anteriores, siendo esta de tipo sigmoidal (Figura 6.1.3.4).

Con base en el criterio de Hongzhi los valores de las ecuaciones ajustadas fueron los siguientes: logística 5.395, Gompertz 5.442, y von Bertalanffy 5.438 (Figura 6.1.3.4).

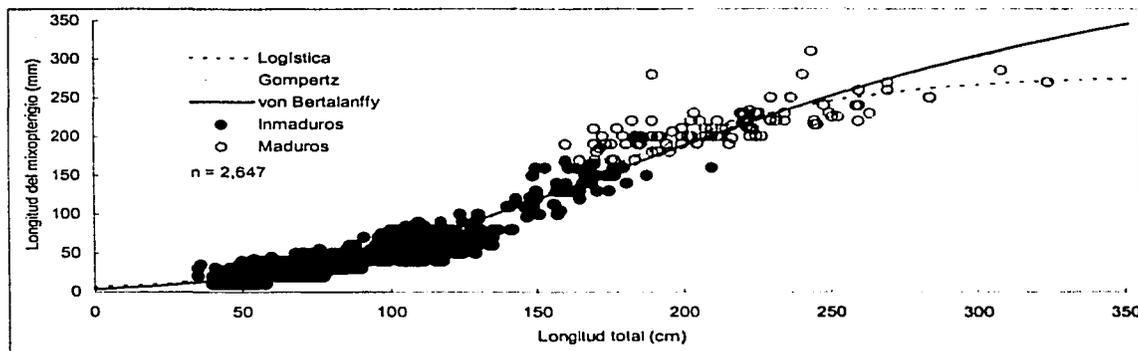


Figura 6.1.3.4. Relación longitud total–longitud del mixopterigio en machos de *Sphyrna lewini*.

6.1.4 Proporción de organismos inmaduros y maduros

De un total de 6,622 tiburones muestreados en los diecinueve meses de estudio, 6,417 fueron inmaduros y solamente 205 fueron maduros sexualmente, sobresaliendo los meses de septiembre de 1996 y junio y julio de 1997 por la cantidad de organismos capturados (Figura 6.1.4.1).

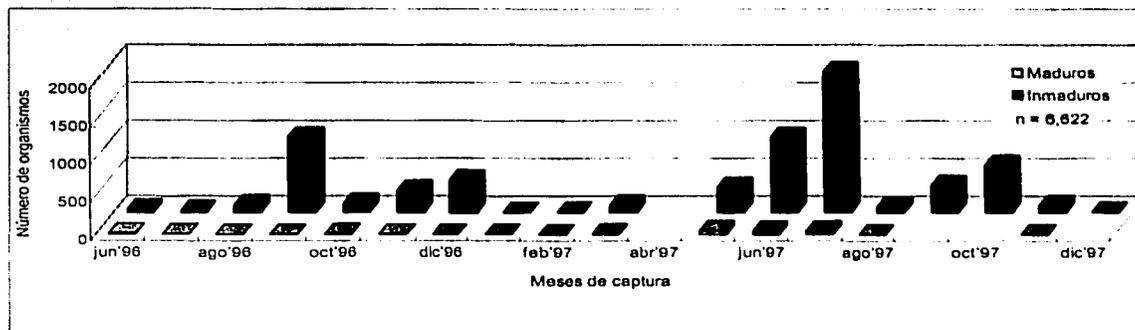


Figura 6.1.4.1. Número de organismos inmaduros y maduros de *Sphyrna lewini*.

En la captura total las hembras inmaduras superaron a los machos de esta misma condición sexual, habiéndose registrado 3,635 y 2,782 organismos respectivamente. Septiembre y diciembre de 1996, junio, julio, septiembre y octubre de 1997, fueron los meses con mayor número de organismos inmaduros (Figura 6.1.4.2a).



Respecto a los organismos maduros, las hembras fueron superadas por los machos al registrarse una captura de 86 y 119 organismos respectivamente. En los meses de junio de 1996, mayo, junio y julio de 1997, se presentó el mayor número de organismos maduros (Figura 6.1.4.2b).

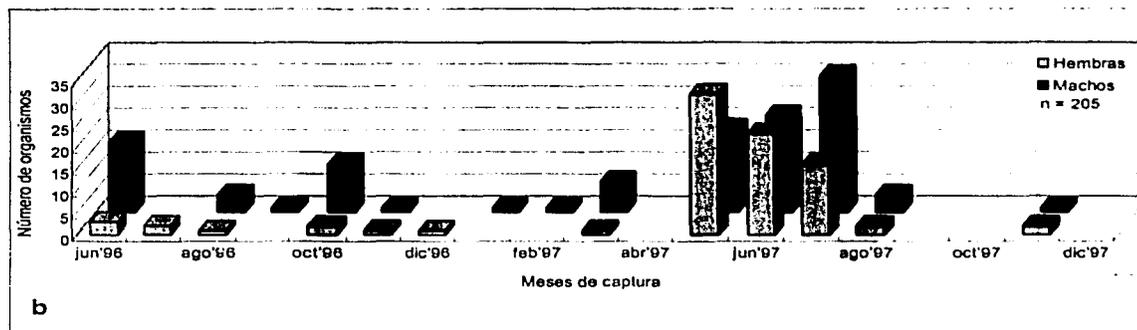
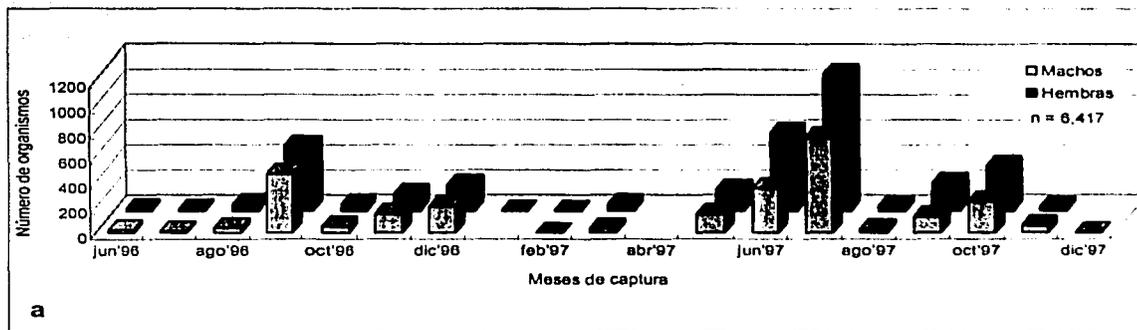


Figura 6.1.4.2a y b. Número de hembras y machos de *Sphyrna lewini*: a) inmaduros; b) maduros.

De las hembras maduras solamente 22 de éstas estuvieron preñadas, comprendiendo el 25.58 por ciento de las capturas, sin embargo, tomando en cuenta la captura total el porcentaje de hembras preñadas fue de 0.33 por ciento. Asimismo, el porcentaje de machos maduros de la captura total fue de 1.80 por ciento, superando a las hembras en un 1.47 por ciento.

Por otra parte, se registraron 3,635 hembras inmaduras, contrastando con las maduras, siendo estas últimas 86. Septiembre y diciembre de 1996,



junio, julio, septiembre y octubre de 1997, fueron los meses con mayor número de hembras (Figura 6.1.4.3).

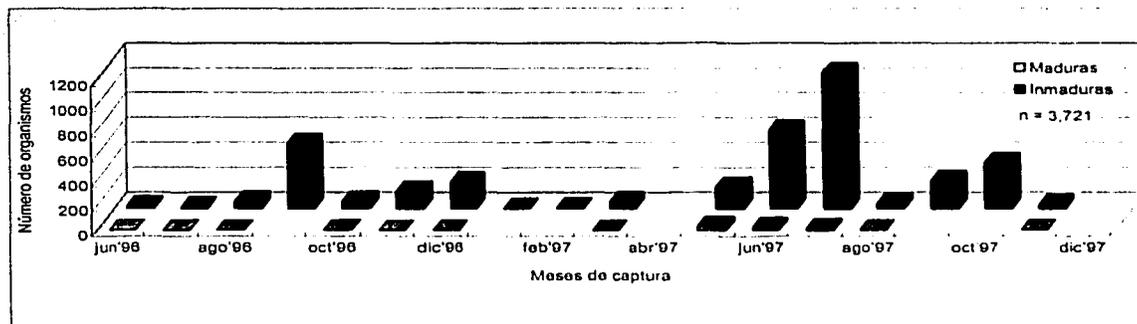


Figura 6.1.4.3. Número de hembras inmaduras y maduras de *Sphyrna lewini*.

De igual manera, hubo un mayor número de machos inmaduros que maduros, habiéndose registrado 2,782 y 119 machos respectivamente. En septiembre y diciembre de 1996, junio, julio y octubre de 1997, se presentó el mayor número de machos (Figura 6.1.4.4).

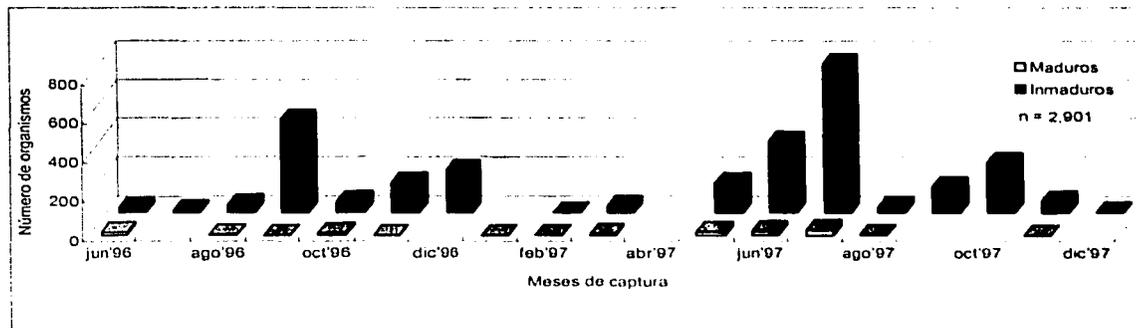


Figura 6.1.4.4. Número de machos inmaduros y maduros de *Sphyrna lewini*.

6.1.5 Talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual en hembras fue a los 215 centímetros de longitud total. Respecto de los machos, la talla media estimada de madurez sexual se presentó a los 175.6 centímetros de longitud total (Figuras 6.1.5.1–6.1.5.3a, b), siendo el intervalo de confianza para esta



estimación de 174.8 a 176.4 centímetros de longitud total (Figuras 6.1.5.2-6.1.5.3a, b).

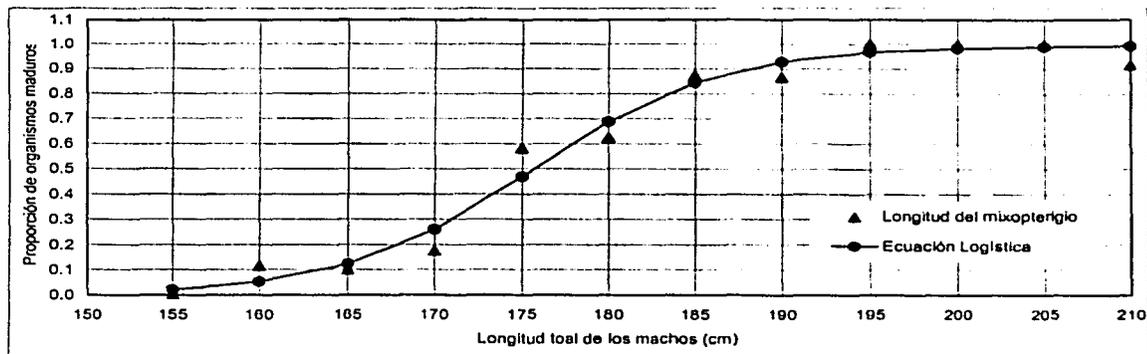


Figura 6.1.5.1. Ajuste de la curva logística a la proporción de machos maduros por talla de *Sphyrna lewini* para obtener la talla media de madurez sexual.

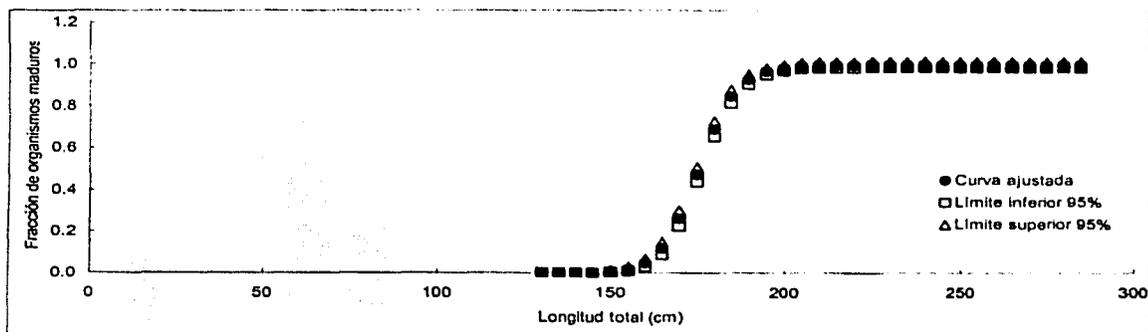


Figura 6.1.5.2. Intervalo de confianza de la talla media de la madurez sexual en machos de *Sphyrna lewini*.

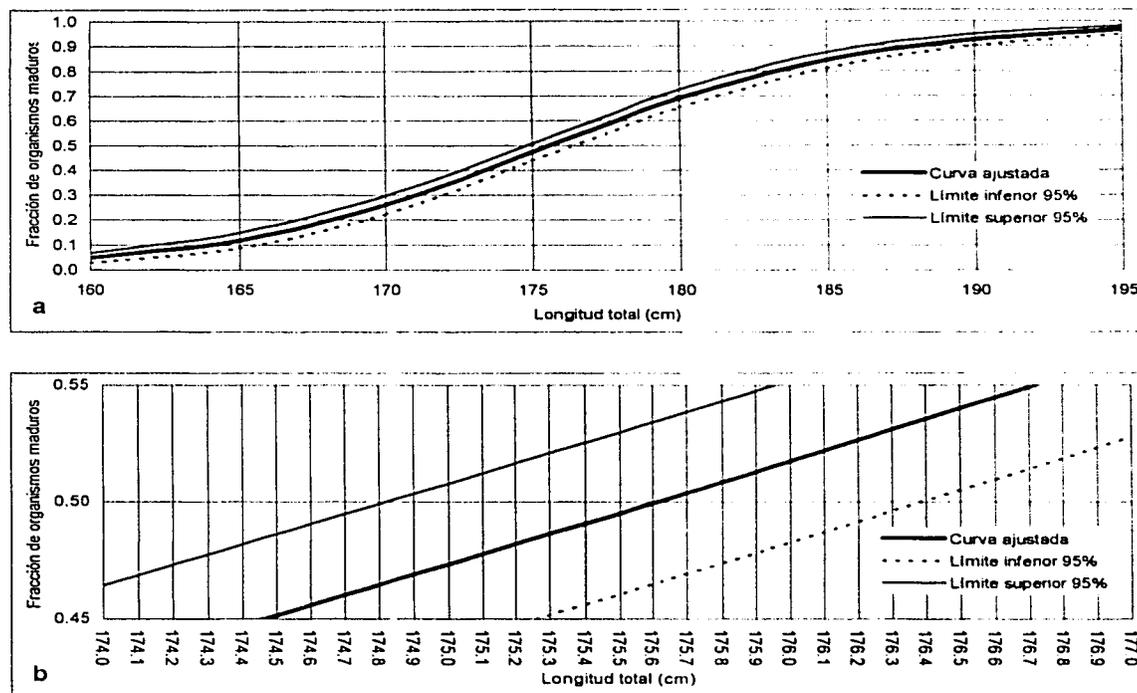


Figura 6.1.5.3a, b. Acercamiento del intervalo de confianza de la talla media de la madurez sexual en machos de *Sphyrna lewini*.

6.1.6 Fecundidad relativa de la especie

La fecundidad relativa observada en 22 hembras de *Sphyrna lewini* se presentó de la siguiente manera: la mayor fecundidad ocurrió en una hembra de 380 centímetros de longitud total con 43 embriones, capturada en noviembre de 1997, por otra parte, la menor fecundidad se registró en una hembra de 230 centímetros de longitud total con 6 embriones, siendo capturada en julio de 1997. Las 20 hembras restantes presentaron camadas muy distintas independientemente de su longitud total (Cuadro 6.1.6.1) (Figura 6.1.6.1).

Cuadro 6.1.6.1. Hembras grávidas y número de embriones de *Sphyrna lewini*.

Fecha de captura	Longitud total de las hembras (cm)	Número total de embriones
24-07-96	270	21
25-07-96	273	31
16-11-96	290	29
15-03-97	215	10
23-05-97	244	24
24-05-97	265	20
24-05-97	275	20
31-05-97	250	25
12-06-97	233	12
12-06-97	263	7
12-06-97	290	30
21-06-97	254	16
21-06-97	255	7
08-07-97	299	41
12-07-97	253	21
12-07-97	268	17
12-07-97	275	16
15-07-97	230	6
22-07-97	275	14
22-07-97	285	23
23-07-97	284	9
01-11-97	380	43
Total	----	442



Figura 6.1.6.1. Cuantificación de embriones de *Sphyrna lewini*.

La mayor cantidad de hembras grávidas se capturaron en los meses de mayo, junio y julio de 1997, siendo 4, 5 y 8 respectivamente y con ello se dio la presencia de un mayor número de embriones en las capturas, habiéndose observado 89, 72 y 147 respectivamente (Figura 6.1.6.2).

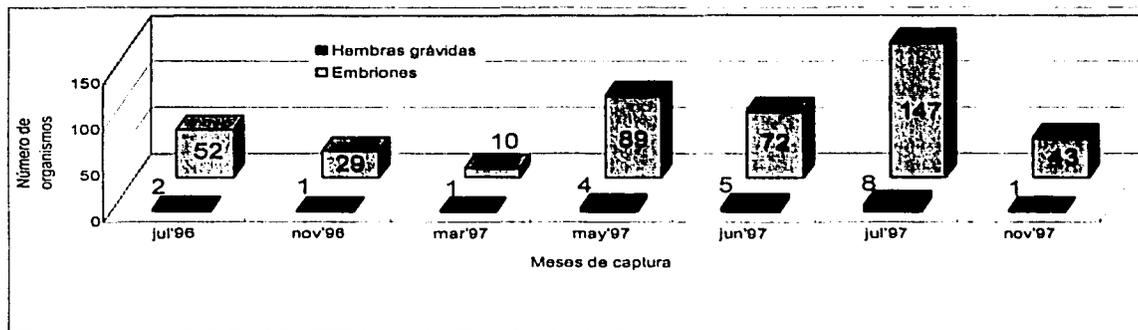


Figura 6.1.6.2. Número de hembras grávidas y embriones de *Sphyrna lewini*.



Al ajustar los datos entre la longitud total de las 22 hembras grávidas y el número total de sus embriones se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.50, por otra parte, al hacer el ajuste de la longitud total de 18 hembras grávidas y la longitud promedio de sus embriones se obtuvo un coeficiente de determinación de 0.06 (Figura 6.1.6.3a, b). Asimismo, se observó una tendencia de incremento de la fecundidad a medida que la talla de las hembras grávidas fue mayor.

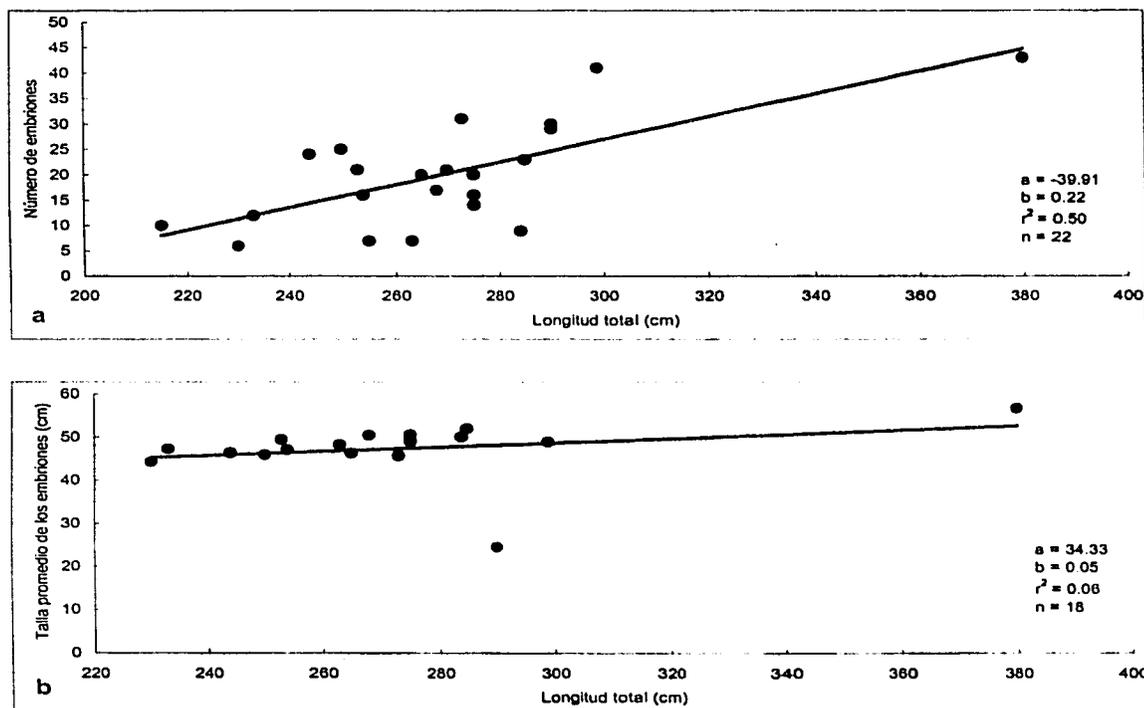


Figura 6.1.6.3. Longitud total de las hembras grávidas de *Sphyrna lewini* en relación con: a) el número de sus embriones; b) la talla promedio de sus embriones.



6.2 Aspectos pesqueros

6.2.1 Características de las embarcaciones y artes de pesca

La flota *tiburonera* realizó sus actividades pesqueras a bordo de embarcaciones de 7.6 metros de eslora y 1.82 metros de manga, hechas de fibra de vidrio con una capacidad de carga de 2.2 toneladas, los motores empleados variaron entre 75 a 115 caballos de fuerza (Figura 6.2.1.1). Para la navegación la mayoría de los pescadores utilizaron brújula y pocos usaron el geoposicionador satelital (GPS).

Para la captura de tiburón se emplearon básicamente dos tipos generales de artes de pesca: anzuelos y redes. Los anzuelos fueron: garra de águila, utilizados en palangres, y japonés, utilizados en cimbras. El número de anzuelos fue variable utilizándose a criterio del permisionario o pescador entre 150 y 400 anzuelos. La longitud de la cimbra y palangre fue entre 2,250 y 7,500 metros aproximadamente.

La cimbra empleada fue de fondo, elaborada de seda tratada y alquitrán, realizándose la pesca a una profundidad que vario entre 50 y 140 brazas, sin importar la distancia de la costa. Por otra parte, el palangre de superficie fue más utilizado que la cimbra, fabricado de polipropileno o monofilamento, en este caso la distancia de la costa vario de 80 a 240 kilómetros sin importar la profundidad de pesca. Los anzuelos representaron el 3.84 por ciento de la captura total, utilizando como carnada el atún, dorado, macarela, bonito, barrilete y vela (Cuadro 6.2.1.1) (Figuras 6.2.1.3-6.2.1.4).



Figura 6.2.1.1. Embarcaciones utilizadas para la captura de tiburón.

En cuanto a las redes de enmalle, su longitud fue de 100 a 900 metros de largo por 6 a 16 metros de caída, las cuales estuvieron elaboradas de nilón de 0.95, con una abertura de malla de 6, 8 y 10 pulgadas (Figura 6.2.1.2).

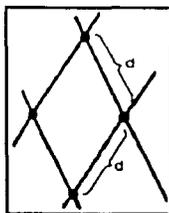


Figura 6.2.1.2. Abertura de malla de una red = $2*d$, donde "d" es la longitud entre dos nudos. Tomado de Sparre y Venema (1997).

Con este arte de pesca se capturó la mayor parte de los organismos, aportando el 80.22 por ciento de la producción total (Cuadro 6.2.1.1) (Figuras 6.2.1.3-6.2.1.4).

El 15.94 por ciento restante correspondió a la captura mediante las artes de pesca no identificadas (Cuadro 6.2.1.1) (Figuras 6.2.1.3-6.2.1.4).

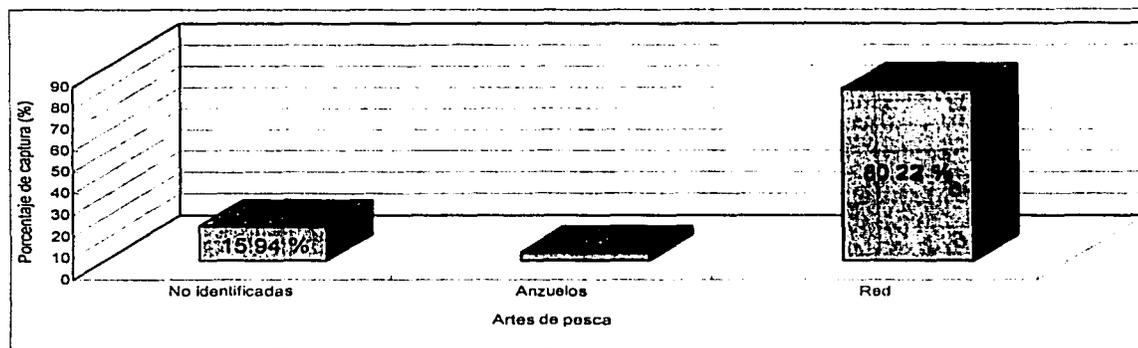


Figura 6.2.1.4. Porcentaje de captura de *Sphyrna lewini* con las distintas artes de pesca.

Con anzuelos se capturaron organismos de 50 a 380 centímetros de longitud total, mientras tanto el intervalo de tallas para la captura con red fue de 35 a 210 centímetros de longitud total (Figura 6.2.1.5).

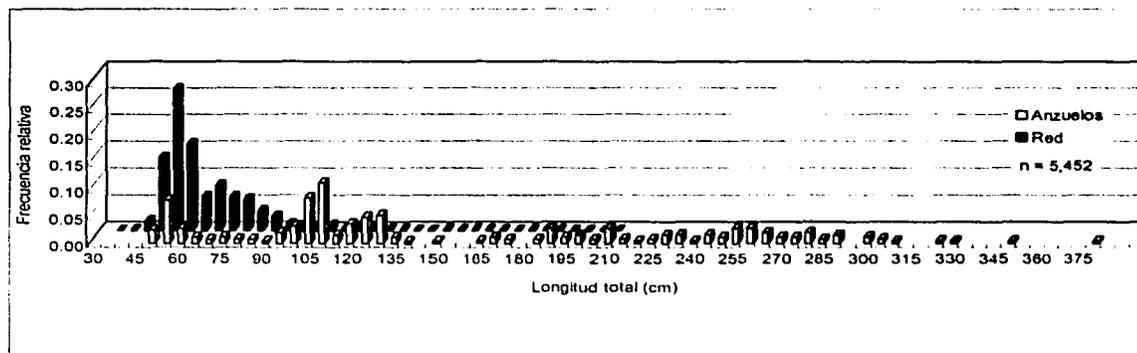


Figura 6.2.1.5. Longitud total de *Sphyrna lewini* con relación al arte de pesca utilizado para su captura.

6.2.2 Composición específica de tiburón y frecuencia de *Sphyrna lewini* en las capturas

En el período de estudio se registró un total de 14,060 tiburones de 9 géneros y 16 especies, siendo *Sphyrna lewini* la especie más frecuente representando el 47.10 por ciento de las capturas, seguida por *Carcharhinus falciformis* con el 43.26 por ciento. Además de las dos especies anteriores, 14 fueron registradas con poca participación en las capturas (Cuadro 6.2.2.1)



(Figuras 6.2.2.1–6.2.2.2).

Cuadro 6.2.2.1. Composición específica de tiburón en las capturas.

Especies	Número de organismos	Porcentaje en las capturas
<i>Sphyrna lewini</i>	6,622	47.10%
<i>Carcharhinus falciformis</i>	6,082	43.26%
<i>Carcharhinus limbatus</i>	571	4.06%
<i>Mustelus lunulatus</i>	357	2.54%
<i>Nasolamia velox</i>	111	0.79%
<i>Alopias superciliosus</i>	80	0.57%
<i>Carcharhinus leucas</i>	62	0.44%
<i>Alopias pelagicus</i>	46	0.33%
<i>Galeocerdo cuvier</i>	33	0.23%
<i>Sphyrna zygaena</i>	23	0.16%
<i>Sphyrna mokarran</i>	8	0.06%
<i>Prionace glauca</i>	4	0.03%
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	4	0.03%
<i>Isurus oxyrinchus</i>	3	0.02%
<i>Alopias vulpinus</i>	2	0.01%
<i>Sphyrna media</i>	1	0.01%
<i>Carcharhinus sp.*</i>	51	0.36%
Total	14,060	100.00%

*No fueron identificados a nivel de especie por las actividades de los pescadores.

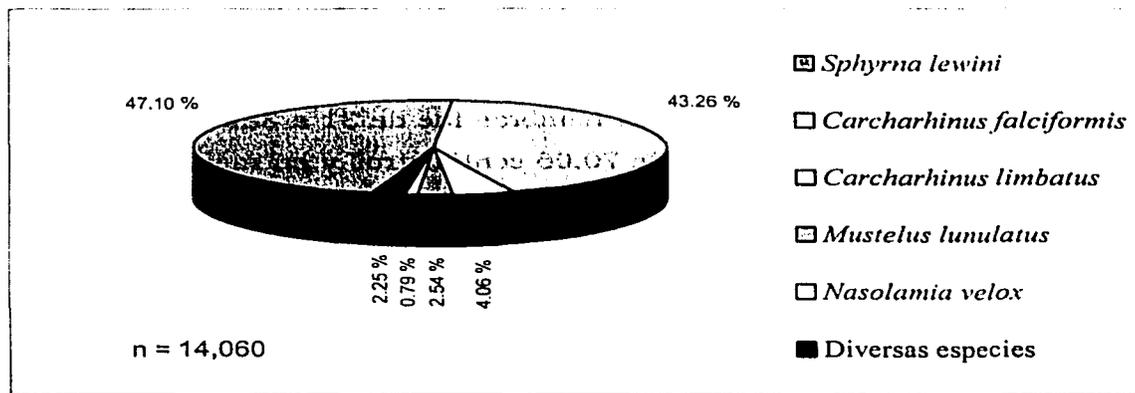


Figura 6.2.2.1. Composición específica de tiburón en las capturas.



Figura 6.2.2.2. *Sphyrna lewini* como componente principal de las capturas.

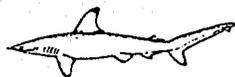
6.2.3 Composición de las capturas en tallas y sexos

6.2.3.1. Tallas

El intervalo de tallas de la captura de hembras y machos fue de 31 a 380 centímetros de longitud total, con un promedio de 72.20 centímetros. El intervalo de tallas observado en las hembras fue de 31 a 380 centímetros de longitud total con un promedio de 70.06 centímetros y en machos fue de 35 a 324 centímetros de longitud total con un promedio de 74.94 centímetros (Cuadro 6.2.3.1.1) (Figuras 6.2.3.1.1-6.2.3.1.4).

Cuadro 6.2.3.1.1. Parámetros estadísticos de las tallas de *Sphyrna lewini*.

	jun'96	jul'96	ago'96	sep'96	oct'96	nov'96	dic'96	ene'97	feb'97	mar'97
Hembras y machos										
Talla mínima	36.00	50.00	41.00	35.00	58.00	62.00	41.00	140.00	70.00	60.00
Talla máxima	263.00	273.00	294.00	177.00	264.00	290.00	230.00	185.00	208.00	215.00
Talla promedio	106.15	106.65	70.88	65.27	132.52	84.17	85.82	159.00	122.00	122.36
Desviación estándar	78.65	60.10	46.98	10.33	50.24	23.39	17.43	23.30	57.52	35.14
Error estándar	9.68	10.97	4.58	0.33	4.48	1.36	0.84	13.45	21.74	3.50
Coefficiente de variación	74.10	56.35	66.28	15.83	37.92	27.78	20.31	14.66	47.15	28.72
Número de organismos	66.00	30.00	105.00	995.00	126.00	294.00	430.00	3	7	101.00



Cuadro 6.2.3.1.1. Parámetros estadísticos de las tallas de *Sphyrna lewini* (cuadro continuado).

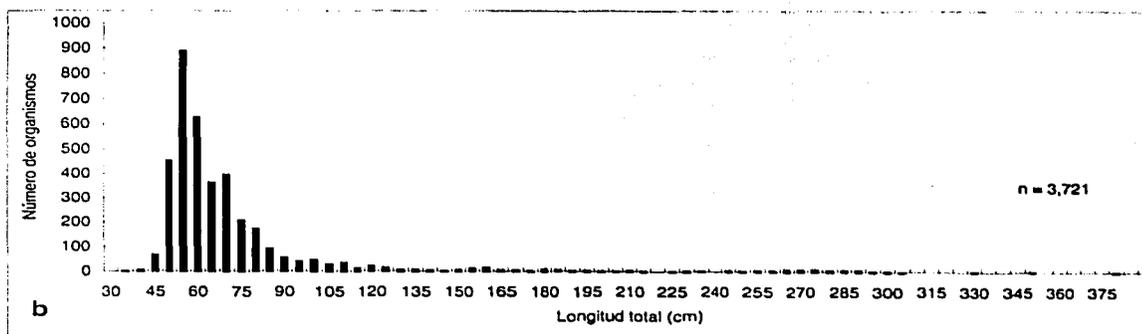
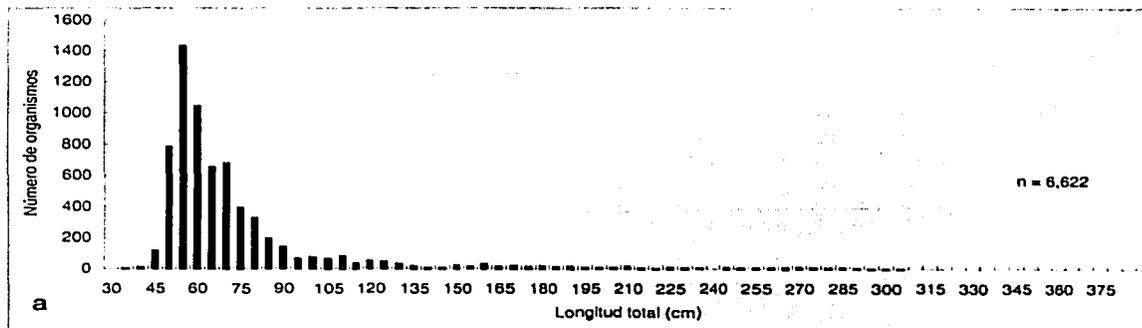
	jun'96	jul'96	ago'96	sep'96	oct'96	nov'96	dic'96	ene'97	feb'97	mar'97
Hembras										
Talla mínima	44.00	50.00	41.00	48.00	58.00	62.00	41.00	140.00	70.00	60.00
Talla máxima	263.00	273.00	294.00	138.00	264.00	290.00	230.00	152.00	186.00	215.00
Talla promedio	82.52	108.40	69.39	64.72	130.36	82.46	85.78	146.00	111.60	115.48
Desviación estándar	69.43	73.85	45.21	8.26	53.59	24.93	19.18	8.49	51.86	33.05
Error estándar	14.48	19.07	5.89	0.36	6.98	2.11	1.31	6.00	23.19	4.34
Coefficiente de variación	84.14	68.13	65.15	12.77	41.11	30.23	22.37	5.81	46.47	28.62
Número de organismos	23.00	15.00	59.00	520.00	59.00	140.00	214.00	2	5	58.00
Machos										
Talla mínima	36.00	57.00	41.00	35.00	60.00	62.00	42.00	---	88.00	88.00
Talla máxima	246.00	181.00	232.00	177.00	223.00	180.00	186.00	185.00	208.00	203.00
Talla promedio	118.79	104.90	72.79	65.87	134.42	85.73	85.86	---	148.00	131.63
Desviación estándar	81.12	44.96	49.60	12.18	47.43	21.86	15.54	---	84.85	36.11
Error estándar	12.37	11.61	7.31	0.56	5.79	1.76	1.06	---	60.00	5.51
Coefficiente de variación	68.29	42.86	68.13	18.49	35.28	25.50	18.10	---	57.33	27.43
Número de organismos	43.00	15.00	46.00	475.00	67.00	154.00	216.00	1	2	43.00
	abr'97	may'97	jun'97	jul'97	ago'97	sep'97	oct'97	nov'97	dic'97	Total
Hembras y machos										
Talla mínima	s/d	37.00	31.00	35.00	52.00	50.00	43.00	43.00	74.50	31.00
Talla máxima	s/d	308.00	329.00	302.00	290.00	112.00	180.00	380.00	127.00	380.00
Talla promedio	s/d	96.45	63.69	59.12	79.50	68.82	75.62	109.95	112.10	72.12
Desviación estándar	s/d	68.16	42.54	30.10	49.31	8.53	19.16	48.02	21.83	37.64
Error estándar	s/d	3.53	1.32	0.69	5.58	0.45	0.77	4.95	9.76	0.46
Coefficiente de variación	s/d	70.67	66.79	50.91	62.03	12.40	25.34	43.68	19.47	52.19
Número de organismos	s/d	373.00	1,032.00	1,906.00	78.00	357.00	620.00	94.00	5	6,622.00
Hembras										
Talla mínima	s/d	37.00	31.00	35.00	52.00	50.00	43.00	45.00	---	31.00
Talla máxima	s/d	301.00	329.00	302.00	290.00	102.00	180.00	380.00	---	380.00
Talla promedio	s/d	102.07	63.21	57.26	74.27	68.85	72.71	112.97	---	70.01
Desviación estándar	s/d	77.68	43.17	26.65	46.90	9.38	17.07	71.58	---	37.69
Error estándar	s/d	5.47	1.70	0.80	7.07	0.63	0.89	12.46	---	0.62
Coefficiente de variación	s/d	76.10	68.30	46.54	63.15	13.62	23.48	63.36	---	53.83
Número de organismos	s/d	202.00	648.00	1,109.00	44.00	224.00	366.00	33.00	---	3,721.00
Machos										
Talla mínima	s/d	40.00	41.00	35.00	56.00	58.00	45.00	43.00	74.5	35.00
Talla máxima	s/d	308.00	324.00	284.00	259.00	112.00	142.00	188.00	127.00	324.00

Cuadro 6.2.3.1.1. Parámetros estadísticos de las tallas de *Sphyrna lewini* (cuadro continuado).

	abr'97	may'97	jun'97	jul'97	ago'97	sep'97	oct'97	nov'97	dic'97	Total
Machos										
Talla promedio	s/d	89.81	64.50	61.71	86.26	68.77	79.81	108.31	112.10	74.82
Desviación estándar	s/d	54.31	41.50	34.18	52.20	6.90	21.17	28.88	21.83	37.42
Error estándar	s/d	4.15	2.12	1.21	8.95	0.60	1.33	3.70	9.76	0.69
Coefficiente de variación	s/d	60.47	64.34	55.38	60.51	10.04	26.53	26.67	19.47	50.01
Número de organismos	s/d	171.00	384.00	797.00	34.00	133.00	254.00	61.00	5	2,901.00

s/d: sin datos
d/i: datos insuficientes

Nota: Por la carencia de datos los meses de enero, febrero y diciembre de 1997 no fueron estadísticamente significativos.

Figura 6.2.3.1.1. Frecuencia de tallas de *Sphyrna lewini*: a) hembras y machos; b) hembras.

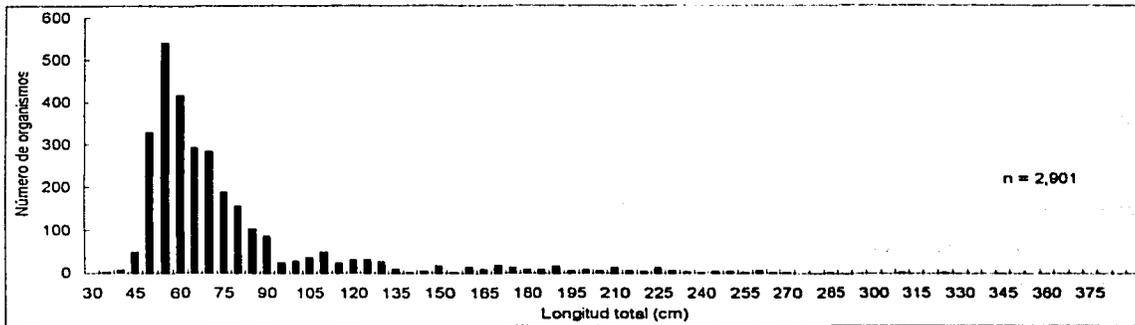


Figura 6.2.3.1.2. Frecuencia de tallas de machos de *Sphyrna lewini*.

El intervalo de tallas más notable en todo el período de estudio fue de 45 a 95 centímetros de longitud total, debido a la alta incidencia de neonatos en las capturas principalmente en los meses de mayo a julio de 1997, asimismo, coincidieron con la mayor captura de organismos maduros, tanto hembras como machos, con un intervalo de tallas de 185 a 310 centímetros de longitud total con un registro máximo en junio de 1997 de 330 centímetros de longitud total en hembras y 325 centímetros de longitud total en machos (Figuras 6.2.3.1.1, 6.2.3.1.4).

En el mes de octubre de 1996 se observaron organismos cuyas tallas fueron entre 150 y 195 centímetros de longitud total junto a organismos con tallas de 60 a 90 centímetros de longitud total. Al año siguiente en el mismo mes se presentó una tendencia similar pero con una composición de organismos de menores tallas, siendo los intervalos más representativos de 55 a 85 centímetros de longitud total y 115 a 130 centímetros de longitud total, además, el número de tiburones capturados fue mucho mayor que el del año anterior (Figuras 6.2.3.1.3–6.2.3.1.4).

A diferencia de octubre de 1996, en noviembre y diciembre del mismo año se registró un aumento en el número de tiburones capturados, sin embargo, los grupos de tallas más frecuentes se ubicaron entre los 70 y 100 centímetros de longitud total. Asimismo, un pequeño intervalo de organismos



mayores a los 100 centímetros de longitud total se presentó en ambos meses, en noviembre fue de 130 a 185 centímetros de longitud total con un registro máximo por parte de las hembras de 290 centímetros de longitud total. Por otra parte, en diciembre este intervalo fue ligeramente más amplio siendo de 120 a 190 centímetros de longitud total con un registro máximo en la hembras de 230 centímetros de longitud total (Figuras 6.2.3.1.3-6.2.3.1.4).

En noviembre de 1997 aún cuando sólo se registró la captura de 94 organismos, se observaron intervalos de 45 a 50, 60 a 140, y 165 a 190 centímetros de longitud total, con registros máximos por parte de las hembras de 350 y 380 centímetros de longitud total (Figura 6.2.3.1.4).

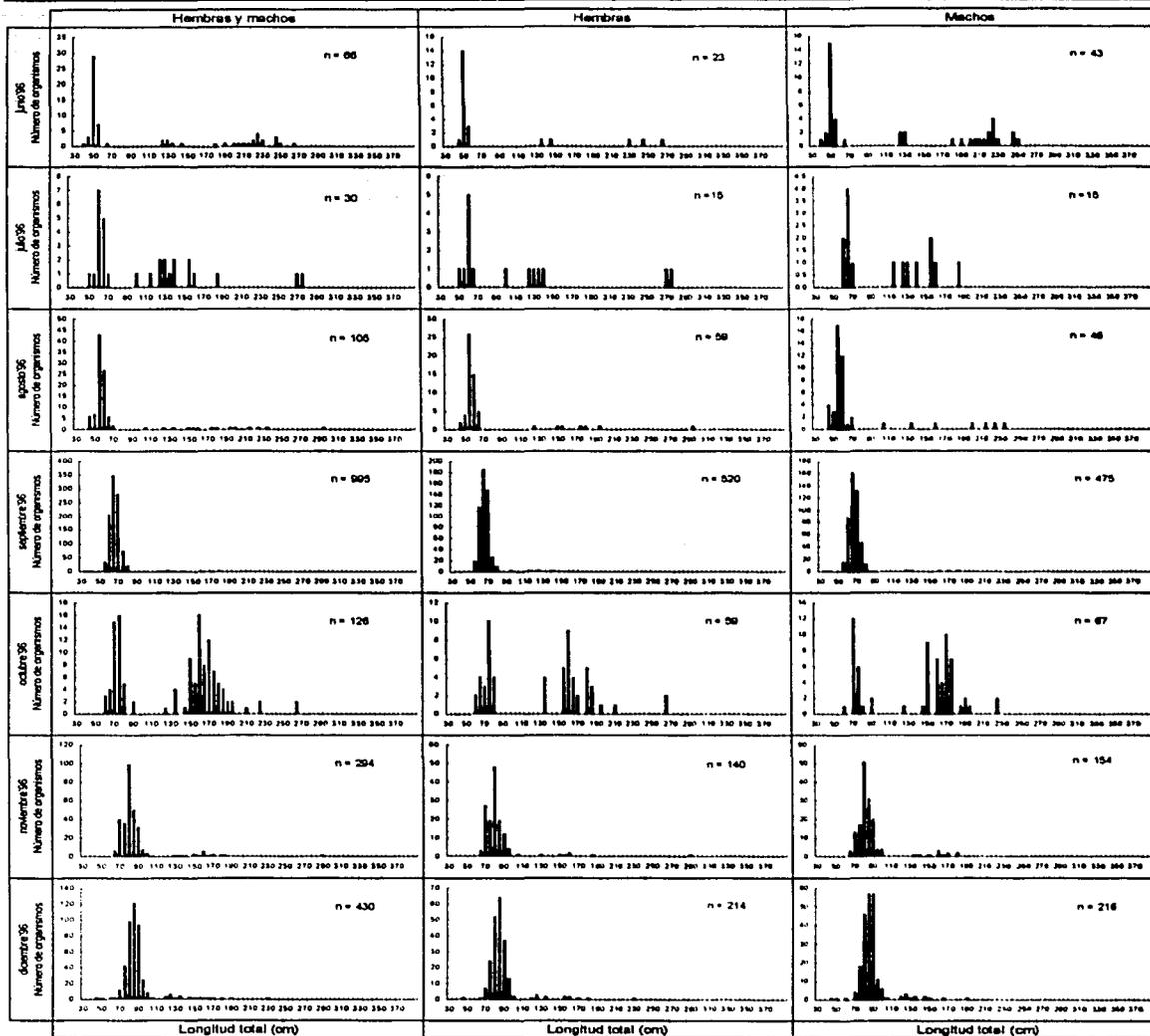


Figura 6.2.3.1.3. Frecuencia de tallas mensual de *Sphyrna lewini* en el período de estudio junio '96-diciembre '96.

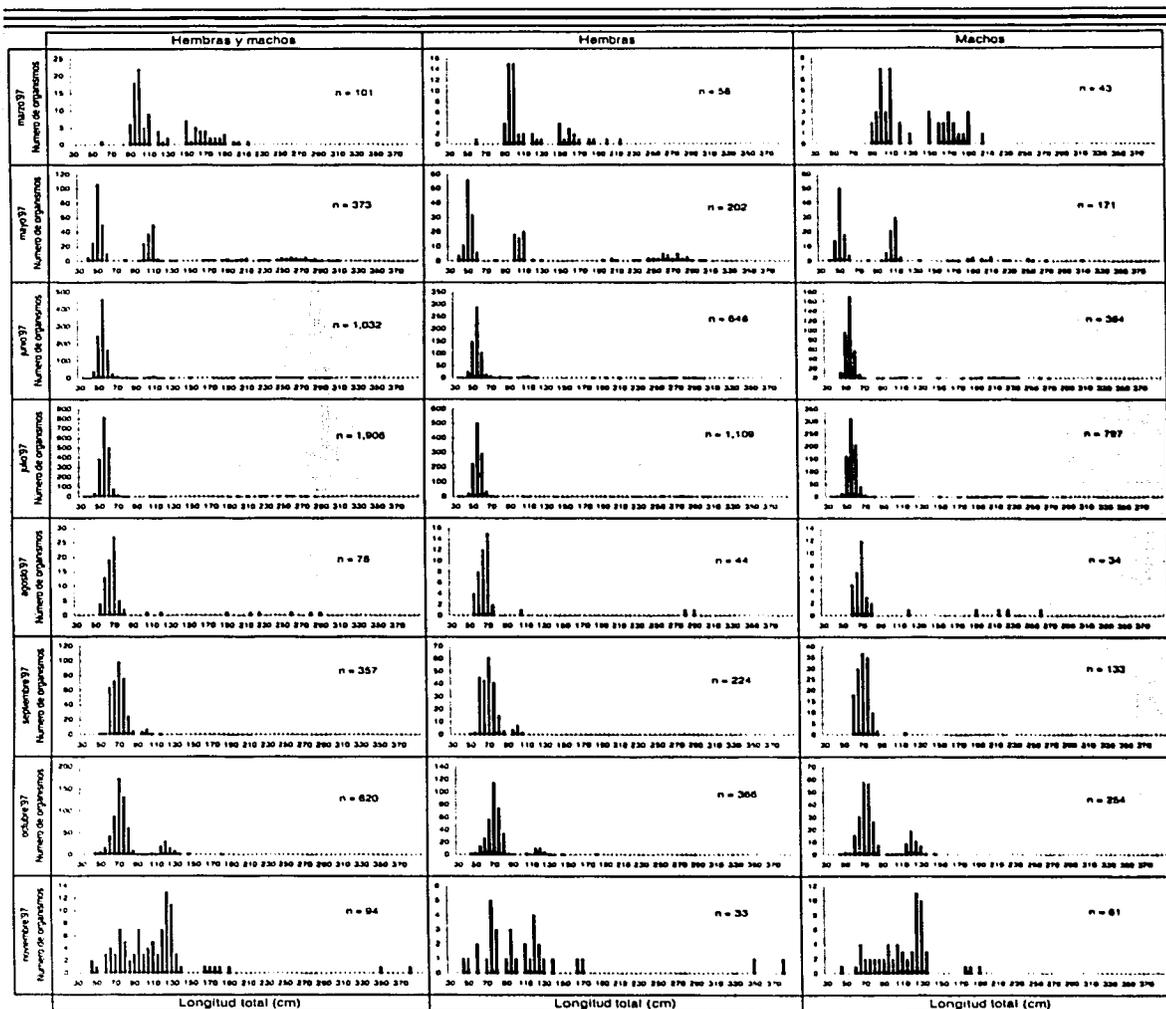


Figura 6.2.3.1.4. Frecuencia de tallas mensual de *Sphyrna lewini* en el período de estudio marzo '97–diciembre '97.

Nota: En el mes de abril no hubo capturas; en los meses de enero, febrero y diciembre, por su escaso número de organismos capturados no se consideraron en las gráficas.

De 442 embriones de la muestra total sólo se registraron por talla 347, con un intervalo de 36 a 75 centímetros de longitud total. El intervalo en



hembras fue de 36 a 59 centímetros de longitud total, mientras que en machos fue de 37 a 75 centímetros de longitud total (Cuadros 6.2.3.1.2-6.2.3.1.3) (Figura 6.2.3.1.5).

Los embriones se observaron durante los meses de junio de 1996, mayo, junio, julio y noviembre de 1997. Fueron incorporados datos de 1998 y 1999 del Programa Tiburón a este trabajo con la finalidad de tener una idea más clara del patrón de tallas de los embriones capturados en el transcurso del año, notando que los embriones también se registraron durante abril de 1998, febrero, marzo y abril de 1999, meses en los cuales anteriormente no se habían capturado (Cuadro 6.2.3.1.3) (Figura 6.2.3.1.5).

Cuadro 6.2.3.1.2. Intervalo de tallas de las hembras grávidas y embriones de *Sphyrna lewini* presentes en las capturas.

	julio'96	noviembre'96	marzo'97	mayo'97	junio'97	julio'97	noviembre'97
Número de hembras grávidas	2	1	1	4	5	8	1
Longitud total de las hembras grávidas	270-273 ¹	290	215	244-275 ¹	233-290 ¹	230-299 ¹	380
Número total de embriones	52 ²	29	10	89 ²	72 ²	147 ²	43
Talla mínima de los embriones	37	s/r	s/r	41	44	36	50
Talla promedio de los embriones	45.71	24.50	s/r	46.87	47.46	49.73	56.63
Talla máxima de los embriones	49	s/r	s/r	52	59	57	75
Talla mínima de los embriones hembra	40	s/r	s/r	43	44	36	50
Talla promedio de los embriones hembra	46	s/r	s/r	46.97	47.82	49.37	56.24
Talla máxima de los embriones hembra	49	s/r	s/r	51	57	55	59
Talla mínima de los embriones macho	37	s/r	s/r	41	44	43	52
Talla promedio de los embriones macho	45.40	s/r	s/r	46.77	47.11	50.29	57
Talla máxima de los embriones macho	49	s/r	s/r	52	59	57	75

¹: Intervalo de la longitud total de las hembras preñadas registradas en el mismo mes.

²: Número total de embriones registrados de diferentes hembras en el mismo mes.



Cuadro 6.2.3.1.3. Parámetros estadísticos de la talla embrionaria mensual de *Sphyrna lewini*, junio'96-junio'99.

	Límite superior	Máximo (cm)	Media (cm)	Mínimo (cm)	Límite inferior	Desviación estándar	Número de embriones
julio'96	50.98	49	45.71	37	40.44	2.64	31
mayo'97	51.09	52	46.85	41	42.62	2.12	89
junio'97	53.94	59	47.46	44	40.98	3.24	35
julio'97	55.64	57	49.73	36	43.83	2.95	147
noviembre'97	63.71	75	56.63	50	49.55	3.54	43
abril'98	52.43	52	48.40	43	44.38	2.01	42
mayo'98	52.35	57	47.19	35	42.03	2.58	347
junio'98	54.12	54	49.73	45	45.33	2.20	33
julio'98	58.46	62	50.99	42	43.52	3.73	100
febrero'99	37.47	37	34.62	31	31.77	1.42	29
marzo'99	64.88	64	62.60	61	60.32	1.14	5
abril'99	50.78	52	46.33	40	41.89	2.22	60
mayo'99	52.99	56	47.08	40	41.16	2.96	240
junio'99	56.10	68	46.62	29	37.14	4.74	68

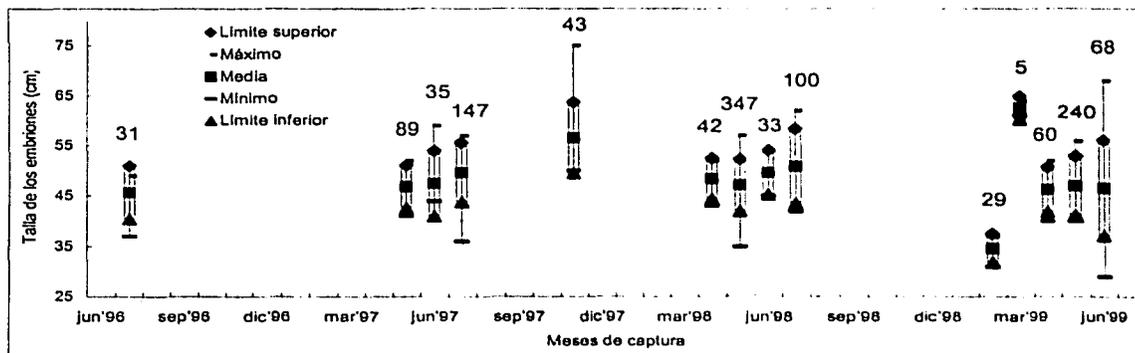


Figura 6.2.3.1.5. Talla embrionaria mensual de *Sphyrna lewini*, junio'96-junio'99. Los límites superior e inferior de los rectángulos representan el valor de la media \pm dos desviaciones estándar con un 95 % de confiabilidad. Los números indican el tamaño de la muestra.

6.2.3.2. Proporción de sexos

En la composición de las capturas por sexos las hembras predominaron con una proporción de 1:0.78, habiendo algunos meses un total predominio por parte de las hembras (Cuadro 6.2.3.2.1) (Figura 6.2.3.2.1).

Los meses de mayor captura fueron septiembre de 1996, junio y julio



de 1997 (Cuadro 6.2.3.2.1), con un porcentaje del 15.03, 15.58 y 28.78 por ciento respectivamente.

Cuadro 6.2.3.2.1. Proporción de sexos mensual de *Sphyrna lewini* en las capturas.

Meses	Hembras y machos	Proporción de sexos
junio'96	66	1.00:1.87
julio'96	30	1.00:1.00
agosto'96	105	1.00:0.78
septiembre'96	995	1.00:0.91
octubre'96	126	1.00:1.14
noviembre'96	294	1.00:1.10
diciembre'96	430	1.00:1.01
enero'97	3	1.00:0.50
febrero'97	7	1.00:0.40
marzo'97	101	1.00:0.74
abril'97	s/d	s/d
mayo'97	373	1.00:0.85
junio'97	1,032	1.00:0.54
julio'97	1,906	1.00:0.72
agosto'97	78	1.00:0.77
septiembre'97	357	1.00:0.59
octubre'97	620	1.00:0.69
noviembre'97	94	1.00:1.85
diciembre'97	5	5.00:0.00
Total	6,622	1.00:0.78

s/d: sin datos

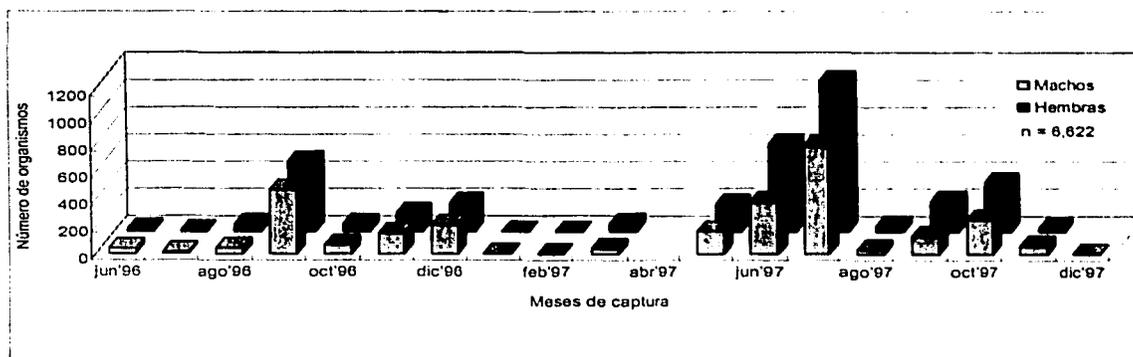


Figura 6.2.3.2.1. Proporción de sexos mensual de *Sphyrna lewini* en las capturas.

En cuanto a los embriones, de 442 observados únicamente se registraron por sexo 404. La proporción sexual embrionaria en las distintas



camadas tuvo variaciones considerables con un predominio de los machos, lo cual se ve reflejado en la proporción sexual total siendo ésta de 1:1.04 (Cuadro 6.2.3.2.2).

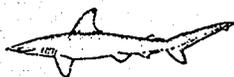
Cuadro 6.2.3.2.2. Proporción de sexos intrauterinos de *Sphyrna lewini*.

Fecha	Longitud total de la hembra (cm)	Número total de embriones	Proporción de sexos
25/07/96	273	31	1:0.94
16/11/96	290	29	1:2.22
23/05/97	244	24	1:3.80
24/05/97	265	20	1:1.22
24/05/97	275	20	1:1.22
31/05/97	250	25	1:0.92
12/06/97	233	12	1:2
12/06/97	263	7	1:1.33
12/06/97	290	30	1:2
21/06/97	254	16	1:0.60
08/07/97	299	41	1:0.78
12/07/97	253	21	1:0.62
12/07/97	268	17	1:1.13
12/07/97	275	16	1:0.45
15/07/97	230	6	1:1
22/07/97	275	14	1:0.17
22/07/97	285	23	1:0.92
23/07/97	284	9	1:0.29
01/11/97	380	43	1:1.05
Total	----	404	1:1.04

6.2.4 Captura por unidad de esfuerzo

En este trabajo se registraron 303 viajes de pesca exitosos con una captura de 6,486 tiburones, habiendo una diferencia de 136 organismos sobre la captura total de *Sphyrna lewini* en todo el periodo de estudio porque no se pudo asociar a todos los organismos con las embarcaciones que los capturaron.

El valor de la captura por unidad de esfuerzo total por viaje de pesca fue de 21.41 ± 4.54 tiburones, con un promedio mensual de 18.79 tiburones por viaje de pesca. El menor valor estimado correspondió al mes de diciembre de 1997 con 1.25 y el mayor valor se presentó en septiembre de 1997 con



51.00 tiburones por viaje de pesca (Cuadros 6.2.4.1-6.2.4.2) (Figura 6.2.4.1).

Cuadro 6.2.4.1. Captura por unidad de esfuerzo mensual de *Sphyrna lewini*.

Mes	Número de viajes exitosos	Número de organismos	Captura por unidad de esfuerzo
junio'96	s/r	s/r	s/r
julio'96	5	14	2.80
agosto'96	14	19	1.36
septiembre'96	20	998	49.90
octubre'96	23	126	5.48
noviembre'96	7	294	42.00
diciembre'96	10	437	43.70
enero'97	2	3	1.50
febrero'97	8	19	2.38
marzo'97	17	101	5.94
abril'97	s/d	s/d	s/d
mayo'97	35	377	10.77
junio'97	37	1,033	27.92
julio'97	52	1,911	36.75
agosto'97	5	78	15.60
septiembre'97	7	357	51.00
octubre'97	40	620	15.50
noviembre'97	17	94	5.53
diciembre'97	4	5	1.25
Total	303	6,486	21.41
s/r: sin registros		s/d: sin datos	

Cuadro 6.2.4.2. Parámetros estadísticos de la captura por unidad de esfuerzo de *Sphyrna lewini*.

Parámetros estadísticos	Captura por unidad de esfuerzo
Valor mínimo	1.25
Valor máximo	51.00
Valor promedio	18.79
Desviación estándar	18.72
Error estándar	4.54
Coefficiente de variación	99.67
Número de organismos	6,486

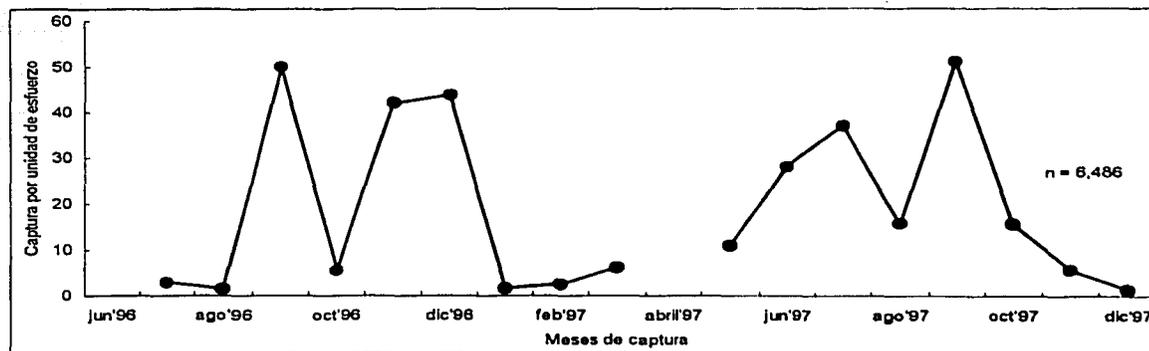


Figura 6.2.4.1. Captura por unidad de esfuerzo mensual de *Sphyrna lewini*.



7. DISCUSIÓN

*Cada cual llama ideas claras a las que se hayan
en el mismo grado de confusión que las suyas.
Marcel Proust*

7.1 Aspectos biológicos

7.1.1 Relaciones morfométricas

El coeficiente de determinación en las relaciones longitud furcal o precaudal-longitud total fue bastante alto, lo cual nos indica que existe una relación lineal entre las tres variables empleadas, asumiendo con ello que las ecuaciones resultantes pueden utilizarse de manera efectiva con fines de extrapolación de la longitud total de los tiburones que son desembarcados con la aleta caudal cortada.

Asimismo, en trabajos sucesivos no será necesario registrar nuevamente estas tres medidas ya que a partir de una podremos extrapolar las siguientes, con lo cual el tiempo invertido tanto en el campo como en el análisis de datos será menor.

Las relaciones antes mencionadas reflejan un crecimiento isométrico, a diferencia de la relación longitud total-longitud del mixopterigio, la cual muestra un crecimiento alométrico, es decir, no hay un crecimiento directamente proporcional de las estructuras a través del tiempo.

Por otra parte, de los tres modelos propuestos en la relación longitud total-longitud del mixopterigio, la curva logística presentó el valor más bajo, por lo tanto, se podría decir que es el mejor modelo, sin embargo, debido a la mínima diferencia respecto de los valores de los dos modelos restantes no se puede decir con certeza cuál modelo es mejor para ajustar estos datos, por ello en este caso, cualquiera de los tres modelos propuestos puede ser utilizado para este fin.

Poco antes de los 250 centímetros de longitud total la dispersión entre los tres modelos fue muy pequeña para fines prácticos, a partir de dicha longitud la diferencia se incrementó posiblemente porque los datos de



organismos maduros no fueron suficientes como para conservar la misma dispersión a lo largo de toda la curva.

7.1.2 Proporción de organismos inmaduros y maduros

Las capturas muestran que la pesca de esta especie está sostenida por organismos inmaduros, condición en donde las hembras fueron más abundantes, por su parte, en la proporción de maduros los machos tuvieron una mayor presencia.

Estos datos coinciden con los reportados por Klimley (1981), y Klimley y Nelson (1984); quienes notaron el predominio de individuos juveniles, sobre todo hembras, en el Golfo de California; Branstetter (1987), reportó un mayor número de hembras inmaduras respecto de los machos, asimismo, Torres (1999), notó que los organismos juveniles se encuentran todo el año en la parte inferior del Golfo de California; sin embargo, difirieron con los datos proporcionados por Bass *et al.* (en Stevens y Lyle, 1989), quienes evidenciaron que los machos comprendieron la mayor parte de los organismos juveniles en Natal, Sudáfrica, así como con los resultados de Chen *et al.* (1988), quienes documentaron un mayor número de hembras maduras en Taiwan.

Aún cuando una buena parte de tiburones inmaduros se observaron en los últimos meses del año, a mediados de 1997 coincidieron los mayores volúmenes de capturas de tiburones tanto inmaduros como maduros, debido al período de nacimiento de esta especie y posiblemente a la época de apareamiento de los adultos, datos que coinciden con los reportados por Clarke (1971), en la Bahía Kaneohe, Hawaii, la cual es una zona de crianza, quien capturó hembras y machos maduros entre los meses de marzo a septiembre.

Cabe destacar que en el período de estudio hubo una gran presencia de hembras maduras y grávidas en comparación con los resultados de Branstetter (1987), quien registró sólo una hembras madura no grávida;



asimismo, Pérez y Venegas (1997), observaron sólo 5 hembras grávidas, mientras que Torres (1999), obtuvo un registro de 17 hembras grávidas, lo cual se asemeja más a lo reportado en este trabajo posiblemente porque las capturas se efectuaron en zonas cercanas al área de crianza de la especie.

Por su parte Clarke (1971), y Bass *et al.* (en Stevens y Lyle, 1989), mencionaron que las hembras adultas son raramente capturadas. Contrario con lo anterior, Chen *et al.* (1988), destacó como componente principal de las capturas hembras sexualmente maduras, además de mencionar que no hubo un incremento aparente en el número relativo de machos durante la temporada de alumbramientos.

Clarke (1971), mencionó que las hembras maduras no se capturaron en su estudio debido a que pasan un breve tiempo en el área de crianza el cual puede ser de días o incluso de unas cuantas horas, sólo llegan a parir y a copular con los machos adultos que se encuentran ahí. Además, debido a que suspenden su alimentación desde antes de parir, no invierten tiempo en busca de comida lo cual disminuye la posibilidad de que sean capturadas en este tipo de zonas.

Branstetter (1987), señaló que la falta de datos de hembras puede deberse a que éstas están más asociadas con aguas oceánicas que con aguas continentales donde los estudios son más frecuentes.

En cambio Chen *et al.* (1988), resaltaron que los individuos menores a 120 centímetros de longitud total raramente son capturados en Taiwan porque los equipos de pesca y las estrategias empleadas por los pescadores son selectivas para peces grandes. Además mencionaron no estar seguros si la presencia dominante en las capturas por parte de las hembras se debe a que éstas son más vulnerables a los equipos de pesca o simplemente son más numerosas en esa zona.

El número tan alto de hembras grávidas registradas en este trabajo pudo deberse a que las capturas se enfocaron en el área de crianza durante



la época reproductiva, a la abertura de malla utilizada la cual fue mayor que la empleada por Clarke (1971), en Hawaii, al origen de los datos ya que este trabajo al igual que el de Chen *et al.* (1988), utilizaron información proveniente de capturas comerciales, así como a la profundidad en la cual se realizaron las capturas.

7.1.3 Talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual para hembras en este trabajo fue a los 215 centímetros de longitud total, siendo un poco mayor a la reportada por Stevens y Lyle (1989), al norte de Australia y Anislado (1995), en el Pacífico central mexicano, siendo en ambos casos de 200 centímetros de longitud total; Chen *et al.* (1988), la documentó a los 210 centímetros de longitud total en Taiwan; en tanto que Compagno (1984b), y Bass *et al.* (en Chen *et al.*, 1988), mencionaron que la madurez sexual para las hembras de Mozambique es a partir de los 212 centímetros de longitud total.

Sin embargo, Branstetter (1987), con datos del noroeste del Golfo de México, y Stevens (en Branstetter, 1987), han citado una longitud mayor para la madurez sexual en hembras, siendo esta a los 250 centímetros de longitud total. Por su parte, Pérez y Venegas (1997), y Torres (1999), pusieron de manifiesto que al tener un tamaño de muestra bastante reducido el registro de la hembra grávida más pequeña fue de 271.9 y 232 centímetros de longitud total respectivamente.

En cuanto a los machos, la talla media estimada de primera madurez sexual fue a los 175.6 centímetros de longitud total, con un intervalo de 174.8 a 176.4 centímetros, siendo mayor a los registros de Compagno (1984b), y Bass *et al.* (en Chen *et al.*, 1988), quienes propusieron un intervalo de madurez de 140 a 165 centímetros para los tiburones de Mozambique, muy similar al de Stevens y Lyle (1989), quienes presentaron un intervalo de 140 a 160 centímetros para los tiburones del norte de Australia.



Registros más cercanos a la longitud media de madurez en machos obtenida en este trabajo fueron los reportados por Anislado (1995), Pérez y Venegas (1997), y Torres (1999), correspondiendo a 170, 179 y 173 centímetros de longitud total respectivamente.

Por su parte, Castro (1983), y Clark y von Schmidt (1965), en el Atlántico, Dodrill; Cadenat y Blache (en Branstetter, 1987), y Branstetter (1987), con información del noroeste del Golfo de México, reportaron una mayor talla de la madurez sexual en machos, siendo esta a los 180 centímetros de longitud total; Bass *et al.* (en Chen *et al.*, 1988), la documentó entre los 180 y 185 centímetros de longitud total para los tiburones del Atlántico; mientras que Chen *et al.* (1988) y Chen *et al.* (1990), observaron una madurez más tardía para los tiburones de Taiwan, siendo esta a los 198 centímetros de longitud total.

Los datos de madurez sexual para hembras y machos obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo expresado por Springer (en Clarke, 1971), Stevens (en Branstetter, 1987), y Branstetter (1987), quienes mencionaron que las hembras sexualmente maduras presentan una mayor talla que los machos de la misma condición sexual.

Igualmente Klimley (1987), afirmó que el tamaño del cuerpo de una hembra en gestación debe ser más grande en comparación con el requerido por un macho para la producción de espermatozoides para fertilizar los ovocitos, esto se evidencia por el hecho de que las hembras maduran a una mayor talla que los machos.

Las diferencias encontradas entre los registros de madurez sexual tanto en hembras como en machos respecto de otros trabajos pudiera ser porque la talla a la que los individuos de una misma especie se encuentran en la misma etapa de madurez varía si las poblaciones se encuentran separadas y sometidas a presiones ambientales distintas (Garrick en Tovar, 1995).



Por otra parte, Holden (1973), señaló que en especies sometidas a intensas presiones de pesca la madurez sexual puede alcanzarse a una talla menor. Al respecto, Anislado (2000), presentó un indicio de la reducción de la edad reproductiva como mecanismo de regulación frente a la presión pesquera, refiriéndose a que las edades estimadas de primera madurez y de maduración del 50 por ciento de la población (L50), no presentaron diferencias significativas.

Asimismo, otros factores que pueden influir son las zonas y temporada de captura ya que esta especie presenta una segregación por talla y sexo (Springer, 1967), las artes de pesca utilizadas las cuales pueden ser selectivas a algunas tallas, la obtención de la información ya que es muy distinto trabajar con datos provenientes de pesquerías comerciales, captura incidental o investigaciones científicas, la obtención de muestras lo suficientemente grandes de organismos maduros, sobre todo de hembras, para obtener datos confiables como lo mencionaron Pérez y Venegas (1997), y Torres (1999).

Los criterios utilizados para determinar la madurez sexual pudieran jugar un papel importante para tratar de tener una mayor precisión en los datos. Cabe mencionar que en este trabajo sólo se utilizó un criterio de madurez tanto para hembras como para machos, si tomamos en cuenta otros como el análisis de los tractos reproductivos, posiblemente la talla de madurez varíe de acuerdo a esta información. Respecto de los machos, en este trabajo se observó que el análisis de tallas de animales maduros fue una herramienta útil para determinar el momento en el cual se presenta la madurez sexual.

7.1.4 Fecundidad relativa de la especie

El número de embriones por camada de *Sphyrna lewini* en este estudio tuvo variaciones considerables, sin embargo, si tomamos en cuenta el menor y mayor número de embriones de todas las hembras preñadas registradas



observamos un intervalo de 6 a 43 embriones, el cual es mayor a los registros de Clarke (1971), de 7 a 31 embriones; Compagno (1984b), de 15 a 31 embriones; Chen *et al.* (1988), de 12 a 38 embriones; Stevens y Lyle (1989), de 13 a 23 embriones; Branstetter (en Pratt y Casey, 1990), Fischer *et al.* (1995), y Anislado (2000), de 30 embriones; y Torres (1999), de 19 a 32 embriones.

El intervalo del número de embriones observado por Pérez y Venegas (1997), fue de 29 a 44, superior a los anteriores y más parecido al del presente trabajo, notando que en este caso la hembra de mayor longitud fue la que presentó el mayor número de crías pero esto no se reflejó de la misma manera en la longitud promedio de sus embriones.

Por otra parte, en el período de estudio la hembra preñada más pequeña registrada no fue la que tuvo el menor número de embriones en su camada ya que una hembra de 284 centímetros de longitud total presentó 9 embriones, mientras otra de talla similar, 285 centímetros de longitud total, contenía 23 embriones, siendo capturadas ambas en julio de 1997.

Casi todas las hembras grávidas fueron capturadas entre mayo y julio de 1997, excepto tres de ellas, una de la cuales se capturó en marzo de 1997 y las dos restantes en noviembre de 1996 y 1997, esta última fue la que presentó la mayor talla, 380 centímetros de longitud total, así como la mayor camada con 43 embriones.

Las diferencias en la fecundidad relativa pudo deberse a la expulsión de las crías en el momento de la captura de las hembras grávidas producto del estrés, lo cual se ve reflejado en la cuantificación de sus embriones, siendo similar a lo reportado por Torres (1999), en el Golfo de California.

En cuanto a la relación de las hembras grávidas y el número y longitud total de sus embriones se obtuvieron coeficientes de determinación bastante bajos, lo cual indica en ambos casos que no existió relación entre las variables involucradas, esto coincide con la información generada por Chen



et al. (1988), y Torres (1999). Posiblemente si se hubiera contado con un número de muestra mayor la fecundidad relativa hubiera presentado otro comportamiento, aunque hay que tomar en cuenta el papel que juegan los abortos a la hora de la captura para considerar la disminución de la fecundidad en los resultados obtenidos.

Por otra parte, se observó una tendencia a incrementar la fecundidad tanto en número como en longitud total de los embriones, a medida que la talla de las hembras grávidas fue mayor, lo cual pudiera indicar que el espacio de la cavidad abdominal es determinante para el alojamiento de un mayor número de embriones por camada y, por lo tanto, pudiera estar en función de la longitud total de las hembras.

Al respecto, Pratt y Casey (1990), mencionaron que la mayoría de los tiburones producen crías superior al 30 por ciento de la longitud máxima de sus progenitores, asimismo postularon que las hembras de mayor tamaño aparentemente son las más fecundas; Chen *et al.* (1988), observaron que el tamaño de la camada en términos del número de ovocitos ováricos incrementó con la longitud de la hembra preñada; igualmente Templeman (en Holden, 1973), trabajando con una población sin explotar del cazón espinoso en las afueras de Newfoundland, encontró que el tamaño de la camada incrementó con la longitud de la madre y presumiblemente con la edad.

Holden (1973), mencionó que aún cuando algunas especies de elasmobranquios se presentan grávidas en períodos de tiempo definido no siempre es posible deducirlo fácilmente ni tampoco la frecuencia con que una preñez sigue a la otra, y muchas de estas dificultades son consecuencia de la incapacidad de obtener muestras representativas de los stocks.

Debido al número máximo de embriones registrados por hembra en el período de estudio, se considera que esta especie presenta una fecundidad media o media-alta, coincidiendo con Torres (1999), ya que sus camadas se



encuentran muy alejadas en número respecto de las especies con una baja fecundidad como *Alopias superciliosus* y *Alopias vulpinus* que tienen de 2 a 4 embriones por camada (Holden, 1973), de igual manera, no tienen un potencial reproductivo como el de *Hexanchus griseus*, especie en la cual se ha registrado un máximo de 108 embriones por camada (Holden, 1973; Ebert en Pratt y Casey, 1990). Además, se debe considerar que la fecundidad está determinada no sólo por el número de neonatos o huevos producidos en cada alumbramiento o desove sino también por la frecuencia de los mismos (Holden, 1973).

7.2 Aspectos pesqueros

7.2.1 Embarcaciones y artes de pesca

El presente estudio se desarrolló mediante muestras obtenidas de desembarques comerciales, lo cual ofrece ventajas y desventajas respecto de las muestras provenientes de cruceros o trabajos de prospección científica, la principal diferencia está en los problemas de sesgo por selectividad en las zonas de muestreo. Además, trabajar con capturas comerciales resulta mucho más barato y se pueden tomar muestras con mayor frecuencia que en el caso de los programas de investigación (Sparre y Venema, 1997).

Las embarcaciones comerciales no tienen como objetivo tomar muestras al azar del stock ya que siempre buscan los individuos de tamaño comercial y tratan de encontrar las zonas de mayores concentraciones. No obstante, si se tiene en cuenta las fuentes de sesgo y se procura estratificar las muestras para reducir al mínimo este problema, los registros obtenidos de la pesca comercial se pueden utilizar de forma parecida a los datos que procedan de cruceros o estudios de prospección científica (Sparre y Venema, 1997).

Cabe señalar que los registros de tiburones en los que se conocía el arte de pesca a través del cual se capturaron fueron menores a la captura total debido a que no fue posible asociar cada tiburón registrado con un arte



de pesca porque en ocasiones no se pudo determinar la embarcación correspondiente a la cual pertenecían las capturas por la velocidad del trabajo de los pescadores y el tiempo que implican los muestreos, esto se presentó durante el mes de junio de 1996, en neonatos y juveniles menores a un metro de longitud total.

Por los datos obtenidos en cuanto a número de organismos, la captura de *Sphyrna lewini* se llevó a cabo principalmente con redes y en una mínima proporción se utilizaron anzuelos, esto se debió porque el componente principal de las capturas fueron neonatos y juveniles. Asimismo, el porcentaje de captura con las artes de pesca no identificadas fue mayor que el obtenido por los anzuelos, lo cual pudiera indicar que en esta categoría las redes pudieron haber sido empleadas en la captura.

En cuanto a la longitud de los organismos asociados con el arte de pesca observamos que tanto con redes como con anzuelos se capturaron desde neonatos hasta adultos, sin embargo, los organismos de mayores tallas fueron capturados con anzuelos, además, este arte de pesca presentó el mayor intervalo de tallas dentro de las capturas.

Clarke (1971), mencionó que esta especie es especialmente susceptible a ser capturada con redes debido a la expansión lateral de su cabeza la cual se enreda con facilidad en la malla, además, casi cualquier tamaño de malla menor a la anchura de su cabeza es efectiva para su captura. Igualmente Castro *et al.* (1999), consideró a esta especie como vulnerable a la actividad pesquera mediante redes de enmalle.

Al respecto, Baranov (en Sparre y Venema, 1997), reconoció tres formas de captura de los peces óseos en redes de enmalle, sin embargo, Karlsen y Bjarnason (en Sparre y Venema, 1997), incorporaron la forma "introducido", mismas que pueden ser observadas en las pesquerías donde está involucrada *Sphyrna lewini* (Figura 7.2.1.1):

a) Introducido, cuando la malla rodea la cabeza del pez.



- b) Enmallado, cuando la malla rodea al pez por detrás de los opérculos.
- c) Aprisionado, cuando la malla está rodeando el cuerpo del pez a la altura de la aleta dorsal.
- d) Enredado, cuando los dientes maxilares, aletas u otras proyecciones del pez hacen que sea retenido por la red sin que necesariamente los especímenes hayan penetrado en la malla.

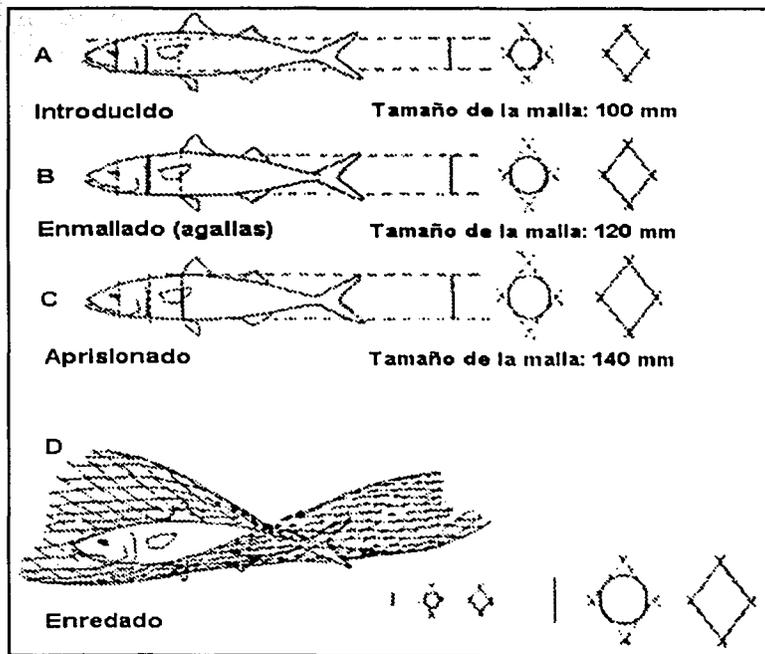


Figura 7.2.1.1. Forma de captura de los peces óseos en las redes de enmalle. Tomado de Karlsen y Bjarnason en Sparre y Venema (1997).

7.2.2 Composición específica de tiburón y frecuencia de *Sphyrna lewini* en las capturas

Por los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos decir que la pesca de tiburón en Puerto Madero, Chiapas, está soportada principalmente por *Sphyrna lewini* seguida con un porcentaje ligeramente



menor por *Carcharhinus falciformis*. Otras dos especies cuya presencia fue significativa en términos de frecuencia en las capturas fueron *Carcharhinus limbatus* y *Mustelus lunulatus*, mientras las doce restantes así como la especie no identificada tuvieron una mínima participación, habiendo de cien a un solo organismo por especie.

Sphyrna lewini forma parte del componente principal de muchas pesquerías. Galván *et al.* (1989), señaló que es una de las especies que se captura con mayor frecuencia en la Isla Cerralvo, Golfo de California. Branstetter (1987), la reportó como el segundo tiburón más común en la pesca de altura con palangre del pez espada, comprendiendo el 18 por ciento de la captura incidental de tiburón.

Saucedo (en Castillo, 1992), mencionó que es una de las especies más abundantes en las capturas comerciales de Mazatlán, Sinaloa. En el Puerto de Acajutla, El Salvador, Villatorio y Rivera (1994), la ubicaron en el tercer lugar de importancia en las capturas.

Sierra (1995), señaló a *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Carcharhinus limbatus* como componente principal de las capturas en Puerto Madero, Chiapas. En las costas de Sonora ocupó el tercer lugar dentro de las principales especies comerciales (Rodríguez *et al.*, 1996b).

En lugares como Brasil -São Paulo, Santa Catarina y Rio Grande do Sul-, Uruguay y Argentina, las principales especies capturadas son *Mustelus schmitti*, *Galeorhinus galeus*, *Squatina guggenheim*, *Squatina argentina*, *Sphyrna lewini* y *Sphyrna zygaena* (Anónimo en Walker, 1998). En las costas meridionales del Pacífico mexicano, Guatemala y El Salvador, una de las principales especies que captura la flota artesanal es *Sphyrna lewini* (Anónimo en Walker, 1998; Castillo *et al.*, 1998).

Torres (1999), reportó a esta especie como la más abundante en las capturas del Golfo de California y Bahía Almejas. Anislado (2000), observó en la pesca artesanal de la costa michoacana que representó el 60 por ciento de



la biomasa capturada.

7.2.3 Composición de las capturas en tallas y proporción de sexos

7.2.3.1. Tallas

Las tallas observadas más frecuentes en Puerto Madero, Chiapas, correspondieron a neonatos y juveniles menores a un metro de longitud total, las cuales se presentaron principalmente de mayo a julio, por lo tanto, podemos asumir que la pesquería de esta localidad está sostenida por estos dos grupos y en un porcentaje muy reducido está representada por organismos adultos.

Al respecto, Torres (1999), mencionó que en el Golfo de California los neonatos con tallas entre 41 y 63 centímetros de longitud total se localizan durante un tiempo no mayor a 5 meses en zonas costeras, así como las tallas de juveniles de 67 a 121 centímetros de longitud total fueron las más abundantes, similar a los datos reportados en este trabajo.

En cambio, Pérez y Venegas (1997), aunque registraron un intervalo de tallas similar al presente estudio, de 81.4 a 315.1 centímetros de longitud total, hicieron notar que los organismos de esta especie aparecieron únicamente en los meses de febrero y marzo, aportando el primer mes el 80.68 por ciento del número total de los organismos capturados.

Por otra parte, neonatos y organismos maduros se capturaron en gran número en Puerto Madero, Chiapas, de mayo a julio de 1997. Datos similares han sido reportados por Torres (1999), en dos regiones del Golfo de California, la primera en Teacapán en donde los neonatos y hembras adultas se presentaron sólo en verano, mientras que en Puerto Viejo dos hembras adultas se registraron en verano convergiendo con la captura de neonatos y juveniles. De la misma forma, Anislado (2000), observó en una zona de la costa michoacana neonatos, hembras grávidas y machos juveniles y adultos.

En cuanto a la diferencia de tallas de los adultos en Puerto Madero, el intervalo de tallas en hembras fue mayor que en machos, similar a los



registros de Clarke (1971), Branstetter (1981), Stevens y Lyle (1989), y Torres (1999), igualmente, el mayor registro en talla correspondió a una hembra capturada en noviembre de 1997.

Al respecto, la mayor talla registrada de una hembra por Clarke (1971), fue de 309 centímetros de longitud total, mayor a los 272 centímetros de longitud total correspondientes a un macho. Branstetter (1981), registró durante mayo y junio tanto hembras como machos maduros, cuyas longitudes máximas fueron 300 centímetros en hembras y 254 centímetros para machos.

Por su parte, Stevens y Lyle (1989), aunque no registraron un intervalo de tallas en su estudio, pusieron de manifiesto que los organismos más grandes correspondieron a hembras, además, mediante observaciones de la pesca comercial apuntaron que la talla máxima para hembras y machos fue de 346 y 301 centímetros de longitud total respectivamente. A su vez, Torres (1999), observó en el Golfo de California en una pequeña proporción, tallas entre 232 y 363 centímetros de longitud total en hembras y de 173 a 290 centímetros de longitud total en machos.

7.2.3.1.1. Talla y período de nacimiento

El intervalo de tallas en embriones por ser muy similar a las tallas de los neonatos más pequeños se considera como la talla de nacimiento de *Sphyrna lewini* en Puerto Madero, Chiapas, la cual es mayor de acuerdo a los registros previos para esta especie. Este intervalo tan amplio se debió a la presencia de una hembra grávida de 380 centímetros de longitud total –talla que no se había presentado en trabajos previos– la cual tuvo la mayor longitud de todos los organismos capturados así como también el registro más alto de sus embriones en cuanto a número y talla.

El intervalo de la talla de nacimiento ha sido reportada de 38 a 45 centímetros de longitud total en aguas de norte América (Castro, 1983), de 42 a 55 centímetros de longitud total en una recopilación de todos los



océanos (Compagno, 1984b), de 45 a 60 centímetros de longitud total en el noroeste del Golfo de México (Branstetter, 1987), siendo el más parecido al de este trabajo, y de 41 a 49 centímetros de longitud total en el Golfo de California (Torres, 1999).

Por otra parte, Casey (en Chen *et al.*, 1988), desde las aguas del noroeste de los Estados Unidos de América hasta la Bahía Chesapeake, y Chen *et al.* (1990), en aguas de Taiwan, registraron la talla de nacimiento a los 43 y 45 centímetros de longitud total respectivamente, mientras que Bass (en Chen *et al.*, 1988), la observaron a los 50 centímetros de longitud total desde Natal Sudáfrica hasta las costas del sur de Mozambique.

En cuanto al período de nacimiento, los resultados nos indican que la mayor captura de neonatos en Puerto Madero, Chiapas, se presentó de mayo a julio de 1997, coincidiendo además con hembras cuyos embriones se encontraban en la fase final de su desarrollo y con base en los reportes previos se consideran estos meses como el período de nacimiento de *Sphyrna lewini*.

Anteriormente, Castro (1983), observó el nacimiento de las crías de esta especie a finales del verano en aguas norteamericanas; por su parte, Branstetter (1981), y Parsons (en Branstetter, 1987), reportaron que muchos carcarinidos y esfírnidos del Golfo de México tienen periodos de dos a tres semanas de alumbramiento a finales de la primavera, entre mayo y junio; de la misma forma, Chen *et al.* (1988), documentaron la temporada de alumbramiento en Taiwan a finales de mayo hasta julio, mientras que Torres (1999), la observó durante junio en el Golfo de California. Pérez y Venegas (1997), registraron 5 hembras grávidas entre los meses de febrero y marzo, las cuales podrían haberse encontrado en la etapa final del período de gestación.

Sin embargo, en Puerto Madero, Chiapas, los neonatos también estuvieron presentes hasta finales de año y en noviembre, tanto de 1996



como de 1997, se capturó una hembra grávida respectivamente con embriones en fase terminal de desarrollo, lo cual pudiera indicar que hay diferentes poblaciones que se encuentran en etapas reproductivas distintas a lo largo del año con base en el patrón de tallas de los embriones observados o que el período de nacimientos pudiera iniciar a finales de año, desafortunadamente no se contó con registros suficientes de los primeros meses del año para poderlo corroborar.

No obstante, registros de un amplio período de nacimiento han sido publicados por Clarke (1971), quien documentó que las hembras en Hawaii dan alumbramientos durante todo el año pero el período de nacimiento fue mayor entre abril y octubre; así como por Stevens y Lyle (1989), quienes observaron en Australia cuatro hembras preñadas en un período cercano, todas ellas con embriones de 48 centímetros de longitud total capturadas entre octubre y enero, con un gasto reproductivo en febrero, sugiriendo que el período de nacimiento puede prolongarse.

7.2.3.1.2. Período de gestación y apareamiento

Para determinar el período de gestación y apareamiento de *Sphyrna lewini* se recurrió a la literatura disponible de esta especie ya que no se contó con observaciones de los tractos reproductivos de las hembras para obtener dicha información, lo cual es uno de los principales problemas como lo postuló Holden (1973), quien mencionó que aunque las especies vivíparas presentan preñez en períodos definidos no siempre es posible deducirlo fácilmente ni tampoco la frecuencia con que una sigue a la otra, debido a que muchas de estas dificultades son consecuencia de la incapacidad de obtener muestras representativas de los organismos.

Igualmente, Pratt y Casey (1990), señalaron que el período de gestación presenta muchas dificultades para determinarlo, siendo necesario un gran número de hembras grávidas de diferentes períodos del año para obtener tallas de embriones e información suficiente para establecer los límites del



ciclo y su periodicidad anual.

Por otra parte, durante junio en la Bahía Kaneohe, Hawaii, Clarke (1971), capturó una hembra observando que había tenido un alumbramiento por la condición de sus úteros e incluso había copulado recientemente ya que fueron encontradas heridas frescas y superficiales entre las aletas dorsales de su costado izquierdo y esperma vivo estaba presente en los úteros, esto último puede ser un indicio de que esta especie copula una vez que las hembras han expulsado a sus crías.

En aguas del norte de Australia Stevens y Lyle (1989), observaron que el índice gonadosomático de los machos llegó a su máximo de septiembre a diciembre, sugiriendo que el apareamiento ocurre en este tiempo. Uno o dos organismos con cicatrices de cópula fueron registrados en enero, el otro en marzo. Asimismo, tres organismos en condiciones preovulatorias fueron capturados entre enero y marzo, lo cual sugiere que la ovulación puede ocurrir en este tiempo. Si la ovulación ocurre de enero a marzo y los nacimientos de octubre a enero, entonces el período de gestación de *Sphyrna lewini* en aguas del norte de Australia es de 9 a 10 meses.

Por lo anterior, Stevens y Lyle (1989), concluyeron que no tuvieron datos suficientes para determinar la frecuencia de procreación de las hembras, así como tampoco fue claro si todos los machos se reproducen anualmente, cuando el índice gonadosomático de algunos organismos durante el período de apareamiento sugerido —septiembre a diciembre—, es similar para valorar algunos individuos fuera de este período.

Chen *et al.* (1988), documentaron la temporada de alumbramiento a finales de mayo a julio en Taiwan, siendo estimado el período de gestación aproximadamente de 10 meses, ya que no encontraron embriones durante julio y agosto y después de nueve meses o más de rápido desarrollo, los embriones alcanzaron una longitud aproximada de 45 centímetros de longitud total en el período entre mayo y junio; también mencionaron que la



relación cercana del patrón de crecimiento de los embriones uterinos y los ovocitos ováricos dan a entender que los ovocitos son transferidos dentro de los úteros y fertilizados inmediatamente después del parto. Si se estima el período de gestación en 10 meses, las hembras presentarían alumbramientos una vez al año.

Por su parte, Torres (1999), en el Golfo de California observó que el crecimiento de los ovocitos se presentó junto con el de los embriones, siendo liberados del ovario entre julio y agosto.

Anislado (2000), estimó en la costa michoacana el período de gestación en 10 meses ya que observó hembras preñadas a punto de parir a principios de abril y mediados de julio, además, los neonatos se presentaron con la cicatriz umbilical abierta a mediados de julio y aun visible a finales de agosto, mientras de julio a agosto se capturaron adultos con cicatrices de apareamiento.

7.2.3.2. Proporción de sexos

En cuanto a la proporción de sexos en todo el periodo de estudio, en doce meses las hembras fueron más abundantes que los machos, en una ocasión se presentó una relación uno a uno y sólo en cinco meses los machos se presentaron en mayor número, por lo cual en este trabajo, las hembras predominaron sobre los machos.

Quienes han reportado una proporción 1:1 han sido Clarke (1971), para el área de crianza de Hawaii y Torres (1999), en el Golfo de California excepto en adultos donde la proporción cambió según la zona de muestreo.

En la mayor parte de los registros de capturas los machos exceden en número a las hembras, como lo indican los reportes de Clark y von Schmidt (1965), Kato y Hernández (1967), Clarke (1971), Branstetter (1981), Wallett; Bass *et al*; Dodrill (en Branstetter, 1987), Russell (1993), Pérez y Venegas (1997).

La mayor proporción de hembras en Puerto Madero, Chiapas, puede



deberse a que las capturas se realizaron en zonas de crianza y durante la expulsión de las crías. Igualmente, otros autores han observado y publicado un predominio de las hembras, entre los cuales se encuentran Klimley y Nelson (en Stevens y Lyle, 1989), quienes observaron en el Golfo de California esta tendencia en los cardúmenes compuestos principalmente por juveniles y también en organismos adolescentes; Branstetter (1987), observó en sus capturas un mayor número de hembras de las cuales sólo una fue madura; por su parte, Chen *et al.* (1990), con base en los organismos obtenidos de los mercados de pescado de Hawaii, registraron una pequeña proporción de machos en comparación con las hembras.

Anislado (2000), reportó para la costa michoacana una distribución zonal distinta, donde los machos fueron más abundantes al sur de la costa, mientras las hembras se registraron en mayor número al norte de la misma.

La diferencia en cuanto a tallas y sexos en las capturas de Puerto Madero, Chiapas, puede darse porque las hembras se desplazan a aguas más profundas a diferencia de los machos, por sus hábitos alimenticios que son más pelágicos, además de la segregación por sexo excepto en la época reproductiva como ha sido citado por Springer (1967).

7.2.3.2.1. Proporción de sexos intrauterinos

La proporción de sexos intrauterinos en este trabajo mostró variaciones considerables independientemente de la longitud total de la hembra, sin embargo, tomando en cuenta el número total de embriones la proporción de sexos fue ligeramente mayor para los machos, similar a lo documentado por Chen *et al.* (1988), y Stevens y Lyle (1989).

Un aspecto que hay que considerar en los análisis es la presencia de los abortos al momento de la captura, lo cual es un factor que modifica la proporción de sexos y la cantidad de embriones que podemos encontrar por camada.

Tomando en consideración la proporción de sexos intrauterinos en



comparación con los neonatos, juveniles y adultos, podemos notar que cambia con el tiempo posiblemente por la segregación espacio temporal tanto de juveniles como de adultos, así como por sus preferencias alimenticias por la zonas que habitan.

7.2.4 Captura por unidad de esfuerzo

En términos generales los mejores rendimientos por viajes de pesca resultaron ser los meses de septiembre, noviembre y diciembre de 1996, junio, julio y septiembre de 1997, asimismo, los valores de la captura por unidad de esfuerzo para el mes de septiembre de 1996 y 1997 resultaron ser los más altos en todo el período de estudio.

Los resultados muestran fluctuaciones bastante grandes con picos de abundancia bien definidos a lo largo del año, una posible causa de esto pudiera ser la segregación por talla y sexo que presenta esta especie, disminuyendo con ello la abundancia de organismos en esta localidad, sin embargo, es un período de tiempo muy corto para evaluar la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo a largo plazo, contrario a lo que han reportado Cramer (en Castro *et al.*, 1999), y Scott (en Castro *et al.*, 1999), en un período de diez y quince años respectivamente, donde el componente principal de tres especies de tiburones martillo capturados en los Estados Unidos de América es *Sphyrna lewini*.

Cramer (en Castro *et al.*, 1999), reportó un descenso en la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de pelágicos del Atlántico, con valores de 2.9 en 1986 y 0.64 en 1995; igualmente, Scott (en Castro *et al.*, 1999), mostró una disminución de la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería del Golfo de México de 1981 a 1995.

Las variaciones entre la captura por unidad de esfuerzo de un mes a otro pudiera ser explicado en parte por el modelo de biomasa por recluta de Beverton y Holt (en Sparre y Venema, 1997), el cual expresa la biomasa promedio de los sobrevivientes en función del esfuerzo de pesca, donde la



biomasa promedio está relacionada con la captura por unidad de esfuerzo; este modelo es inversamente proporcional al esfuerzo pesquero.

Esto quiere decir que en cualquier pesquería se debería esperar una disminución en la captura por unidad de esfuerzo y en la biomasa cuando el esfuerzo aumenta (Sparre y Venema, 1997), por lo cual podemos destacar que toda pesquería sigue un proceso de altas y bajas en su producción sin representar con ello un problema de abatimiento de las poblaciones aprovechadas con fines comerciales.

7.2.5 Puerto Madero como área de crianza

Para considerar una área de crianza es necesario que en una misma zona durante una temporada estén presentes hembras grávidas con embriones en fase terminal de desarrollo y neonatos (Castro, 1993).

Al respecto, este trabajo aporta información sobre la convergencia espacio temporal de hembras grávidas y neonatos en Puerto Madero, Chiapas, además de la presencia de machos adultos en la zona, lo cual se ve reflejado en las capturas comerciales principalmente de mayo a julio.

Además de la costa chapaneca, en el Pacífico mexicano se han determinado otras zonas de crianza para esta especie, en el Golfo de California (Torres, 1999), y en la costa michoacana (Anislado, 2000).

Springer (1967), estableció a grandes rasgos tres niveles de organización en cuanto al uso de áreas de crianza por parte de los tiburones -bajo, intermedios y alto-, situando a los tiburones martillo en varios niveles intermedios.

Tomando en consideración la existencia de una área de crianza para *Sphyrna lewini*, esta deberá caracterizarse en investigaciones posteriores para saber si se trata de una región protegida o no protegida, así como determinar el tiempo que pasan las crías en la zona antes de incursionar a aguas más profundas.



7.3 Manejo y conservación

7.3.1 Impacto de la pesquería para *Sphyrna lewini*

La información generada en este estudio muestra que los organismos que sostienen la pesquería en esta región son neonatos y juveniles, a diferencia de las hembras grávidas las cuales representaron un 0.33 por ciento de la captura total, porcentaje muy bajo para considerar que la pesca tiene un efecto negativo en esta etapa de desarrollo de la especie en cuestión, por otra parte, los embriones representaron un 6.67 por ciento de las capturas.

Por su tamaño tanto neonatos como pequeños juveniles son más vulnerables a la mortandad natural en comparación con los adultos, los cuales presentan una mortandad natural baja, lo cual nos haría pensar que podría ser más vulnerable capturar a los organismos en sus primeras etapas de vida, por otra parte, con base en el potencial reproductivo de *Sphyrna lewini*, se podría pensar que es una especie que puede soportar un régimen de pesca sin mostrar descensos significativos en sus poblaciones.

Sin embargo, este trabajo no cuenta con elementos suficientes para corroborar estas hipótesis, siendo necesario llevar los estudios a largo plazo para determinar las fluctuaciones de sus poblaciones y el comportamiento ante la actividad pesquera.

Actualmente existe una clasificación numérica propuesta por Castro *et al.* (1999), de las especies de tiburones explotadas con relación a su vulnerabilidad, la cual consiste en cinco categorías, ubicando a *Sphyrna lewini* en la categoría tres debido a la facilidad con que es capturada con redes de enmalle, a la cantidad de organismos que se obtiene mediante la pesca comercial en todo el mundo y por ser capturada en zonas de crianza. Por lo tanto, *Sphyrna lewini* es considerada una especie vulnerable a las actividades de la pesca comercial.



7.3.1.1. Medidas de regulación pesquera

Uno de los problemas a los que se enfrenta la pesca de tiburón es la carencia de medidas de regulación de esta actividad debido a los pocos estudios que se han realizado así como a la falta de continuidad de los mismos, por lo cual, la información biológica y pesquera es insuficiente para conocer la biología básica de las especies de tiburones involucradas en las capturas comerciales, así como para implementar un sistema de manejo adecuado de las mismas.

Para conocer la situación actual y a futuro de la pesca de tiburón en las costas mexicanas es necesario realizar una evaluación de poblaciones, como lo ha estipulado Gulland (1983), esto comprende todo estudio científico para determinar la productividad de un recurso pesquero, las repercusiones de la pesca en dicho recurso y los efectos, sobre el recurso y la pesca, de cambiar las modalidades de explotación pesquera; lo anterior es esencial para dar asesoramiento a los pescadores, industrias y administradores pesqueros en lo referente a los recursos y el estado de su explotación.

Otro punto que hay que tomar en consideración es que en las estadísticas de pesca se sigue manejando las categorías de tiburón y cazón, lo cual no es favorable debido a la existencia de especies que en la etapa adulta no son mayores a los 150 centímetros de longitud total, las cuales se siguen considerando como organismos inmaduros.

El impacto del esfuerzo de la actividad pesquera varía dependiendo de la capturabilidad y productividad de las especies (Walker, 1998). Ningún stock podría tener la capacidad de resistir a una tasa de explotación muy alta desde el inicio de la pesquería, porque esto no le daría tiempo de responder, lo cual se ve reflejado en la captura histórica del tiburón de California (Holden, 1973).

Por lo tanto, sí es posible mantener una pesquería sustentable a largo plazo, con la condición de que la explotación proceda con cautela porque ésta



dependerá de la biología de las especies explotadas (Holden, 1973).

Debido a la falta de un ordenamiento pesquero del recurso tiburón, en los Estados Unidos Mexicanos se ha estado formulando la "Norma Oficial Mexicana 029", cuyo objetivo es regular el aprovechamiento de los elasmobranquios en aguas de jurisdicción federal, alta mar y jurisdicción extranjera, con embarcaciones de bandera mexicana; algunas de estas medidas son las siguientes:

- Regular los sistemas de pesca mediante el establecimiento de tamaños de malla y de anzuelos mínimos en función de las tallas de primera madurez sexual de las principales especies.
- Inducir la uniformidad de los sistemas de pesca para fomentar la medición y el control del esfuerzo pesquero.
- Proteger el recurso durante la época de reproducción y nacimiento mediante períodos de veda o regulaciones de las operaciones de captura en áreas geográficas específicas, evitando de esta manera su pesca incidental.
- Inducir la participación de los sectores productivos en programas de investigación científica y desarrollo tecnológico para mejorar los sistemas de pesca e incrementar su selectividad y aprovechamiento responsable.
- Expedir permisos de pesca con una vigencia determinada para conocer la dimensión y distribución geográfica del esfuerzo pesquero real aplicado a las especies por temporada de pesca o ciclo anual.
- Implementar un sistema integral de información mediante registros por especie o grupos de especies de todas las unidades de pesca de tiburón, así como llevar un registro de captura incidental de las embarcaciones cuyo objetivo no sea este recurso.
- Aprovechar íntegramente todos los tiburones que se retengan a bordo de embarcaciones de pesca comercial, quedando prohibido la obtención de aletas únicamente.



-
-
- No se expedirán nuevos permisos de pesca comercial ni se podrá incrementar el número de embarcaciones autorizadas en permisos otorgados con anterioridad, con excepción de la pesca dirigida a tiburones oceánicos del océano Pacífico.
 - Se podrán establecer niveles de esfuerzo permisibles por unidad de pesca y área geográfica, así como captura total permitida o cuotas anuales por unidad de pesca, a partir de las evaluaciones que se realicen con base en el desarrollo de las pesquerías.
 - Los permisos de pesca comercial de elasmobranquios tendrán vigencia de dos años.
 - La pesca dirigida de elasmobranquios no podrá realizarse: en zonas y temporadas de veda; en las zonas arrecifales coralinas; a menos de 1,000 metros de la línea de base con la cual se mide el mar territorial; en las aguas marinas localizadas frente a la desembocadura de ríos y lagunas costeras; en una franja marina de 5 kilómetros de ancho frente a las principales playas de anidación de tortugas marinas durante la temporada de desove de las mismas.
 - Para la actividad pesquera ribereña artesanal podrán utilizarse embarcaciones menores de 10.5 metros de eslora con motor fuera de borda.
 - Para la captura de elasmobranquios en la franja marina se autorizará el uso de palangres o cimbras, redes de enmalle y arpones de liga.
 - Del total de la producción de tiburón por viaje de pesca, independientemente del tamaño de los ejemplares, deberá arribarse entero un equivalente al 20 por ciento de la captura total o la quinta parte del número total de ejemplares a fin de facilitar su identificación y estado de madurez sexual, en los viajes de pesca en que sea solicitado por la autoridad correspondiente, antes del inicio del viaje de pesca.
 - En ningún caso se podrá dirigir la pesca a las especies de tiburón con



embarcaciones tiburonerías de altura en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico, en una franja marina de 92.65 kilómetros de ancho (50 millas náuticas), a partir de la línea de base con la cual se mide el Mar Territorial y en una franja marina perimetral de 22.24 kilómetros de ancho (12 millas náuticas), medida a partir de la línea de base del litoral, alrededor de las islas San Benedicto, Clarión, Roca Partida, Socorro y Guadalupe, de los Estados Unidos Mexicanos.

- Las embarcaciones menores deberán llevar un control estadístico de las capturas por especie a fin de registrarlas mensualmente mediante el formato de bitácora del Apéndice Normativo "C" de la Norma Oficial Mexicana, de la embarcación o flotilla que opere al amparo del permiso, concesión o autorización de pesca, la cual deberá ser entregada por el titular a más tardar el último día hábil de cada mes en la oficina federal de la secretaría correspondiente.



8. CONCLUSIONES

Más vale decir una palabra transparente que murmurar mil enmarañadas. Nunca se construyeron templos con filigranas ni se ganaron batallas con fuegos artificiales.
José Ingenieros

- Las relaciones longitud furcal o precaudal-longitud total para hembras y machos de *Sphyrna lewini* fueron de tipo lineal, con un coeficiente de determinación de 0.99.
- La relación longitud total-longitud del mixoptergio fue de tipo sigmoidal.
- El componente principal de las capturas fueron tiburones inmaduros los cuales se presentaron durante todo el año.
- La talla de primera madurez sexual en hembras fue a partir de los 215 centímetros de longitud total, en machos se presentó a los 175.6 centímetros de longitud total.
- *Sphyrna lewini* es una especie de fecundidad media con un intervalo de 6 a 43 embriones por camada.
- La talla de las hembras maduras sexualmente es determinante para el alojamiento de un mayor número de crías.
- La pesca de tiburón en Puerto Madero, Chiapas, es una actividad ribereña artesanal la cual utiliza embarcaciones tipo panga de 7.6 metros de eslora y 1.82 metros de manga, hechas de fibra de vidrio con una capacidad de carga de 2.2 toneladas, con motores fuera de borda de hasta 115 caballos de fuerza.
- La captura de *Sphyrna lewini* se llevó a cabo principalmente con redes de enmalle aportando el 80.22 por ciento de las capturas, los anzuelos (palangre y cimbra), representaron el 3.84 por ciento y el 15.94 por ciento restante correspondió a la captura mediante las artes de pesca no identificadas.
- *Sphyrna le wini* fue la especie más importante por su abundancia en Puerto Madero, Chiapas, representando el 47.10 por ciento de las



capturas, seguida por *Carcharhinus falciformis* y otras 14 especies de tiburones.

- El intervalo de tallas presentes en las capturas para hembras y machos fue de 31 a 380 centímetros de longitud total. En hembras fue de 31 a 380 centímetros de longitud total mientras que en machos fue de 35 a 324 centímetros de longitud total.
- El intervalo de tallas en embriones para hembras y machos fue 36 a 75 centímetros de longitud total, el cual se considera como la talla de nacimiento de esta especie. En hembras fue de 36 a 59 centímetros de longitud total, mientras que en machos fue de 37 a 75 centímetros de longitud total.
- La pesca de *Sphyrna lewini* está sostenida por neonatos y juveniles menores a un metro de longitud total.
- El período de nacimiento se observó de mayo a julio, aunque este puede prolongarse.
- El período de gestación de esta especie es de 10 a 12 meses.
- Las hembras predominaron en las capturas con proporción de sexos de 1:0.78.
- Los machos predominaron en las camadas con una proporción de sexos de 1:1.04.
- La captura por unidad de esfuerzo fue de 21.41 ± 4.54 tiburones.
- Los mejores rendimientos de la captura por unidad de esfuerzo se presentaron en septiembre de 1996 y 1997.
- En Puerto Madero, Chiapas, existe una área de crianza por la convergencia de hembras grávidas con embriones en fase terminal de desarrollo y neonatos.
- *Sphyrna lewini* es una especie vulnerable a las actividades pesqueras.



9. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de complementar e incrementar el conocimiento biológico de *Sphyrna lewini* para ser utilizado en la explotación pesquera racional del recurso, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Tener una continuidad en las distintas investigaciones, las cuales se ven afectadas por la insuficiencia de recursos financieros, humanos y materiales.
- Crear conciencia en el sector social y privado mediante las instituciones responsables de la regulación pesquera, sobre la importancia de la explotación integral del tiburón.
- Determinar con precisión y caracterizar el área de crianza existente en Puerto Madero, Chiapas.
- Establecer un programa de marcaje en Puerto Madero, Chiapas, para estimar el tiempo de residencia y los patrones de movimientos de los neonatos en el área de crianza y zonas aledañas.
- Tener registros confiables de las capturas de tiburón de todos los puertos pesqueros.
- Implementar un programa de observadores de pesca de altura para obtener registros confiables de la captura incidental, por ejemplo en la pesquería de picudos y atún.
- Implementar un programa de marcaje e identificación de tiburones involucrados en la pesca deportiva, con el fin de conocer su distribución y temporalidad.
- Hacer estudios histológicos de las gónadas en hembras y machos para determinar el índice gonadosomático y de esta manera tener una mayor precisión del estado de madurez sexual de los organismos, su periodo de gestación y apareamiento.
- Resaltar el papel que juega el almacenamiento de los espermatozoides en hembras de *Sphyrna lewini*.



-
-
- Realizar estudios genéticos para saber si son distintas las poblaciones que se encuentran en el litoral del Pacífico mexicano, así como las que se encuentran en los mares que se comparten con la frontera sur.
 - Tener un permiso específico para la captura de tiburón.

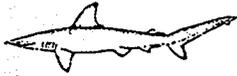


10. NOTAS

1. Término local que designa a las lagunas perennes e intermitentes rodeadas de terrenos pantanosos o inundables (corresponde a introducción, sección 1.5.3.3).
2. La cimbra japonesa estaba fabricada de kremona, que es una línea de seda tratada con un diámetro de un cuarto de pulgada y con anzuelos de acero de tres pulgadas aproximadamente. Los pescadores la obtenían buscando tramos de esa línea que barcos coreanos –pescando en el litoral chiapaneco sin autorización–, perdían en el mar. Los coreanos pescaban con cimbra de treinta y cinco millas de largo que se recogían con un sistema hidráulico. Los chiapanecos encontraban pedazos de las líneas que los tiburones grandes destrozaban (corresponde a introducción, sección 1.5.3.3).
3. El trasmallo es una red agallera hecha con hilo de seda para pescar principalmente tiburón. El más grande puede tener sesenta mallas de caída, esto es, de noventa a cien metros de largo por quince metros de ancho. Su luz de malla es de diez pulgadas. Se manufactura con hilo de seda del número veinticuatro –aunque también se fabrican con hilo del número dieciocho y veintiuno–, lleva dos cabos de nilón de tres octavos de pulgada de diámetro, boyas BM8 y plomos de diversos tamaños. El prolón, en cambio, es un trasmallo hecho con hilo de nilón monofilamento utilizado para pescar cazón, escama y especies de menor tamaño que aquellas que se atrapan con el trasmallo de hilo de seda. Tiene cincuenta mallas de caída y aproximadamente setenta a ochenta metros de largo por seis metros de ancho. La luz de malla puede tener entre tres y diez pulgadas, cuando es de diez pulgadas se utiliza hilo de nilón de 0.95 pulgadas, si es de seis pulgadas se usa hilo de nilón de 0.70 pulgadas y si es de tres pulgadas se utiliza un hilo de nilón de 0.55



pulgadas. Lleva dos cabos de nilón de un cuarto de pulgada y plomos 5A de bola abierta. Las boyas del prolón son más pequeñas que la del trasmallo de seda (corresponde a introducción, sección 1.5.3.3).



11. CONSULTAS

- Andrade González, Zulette del Socorro. 1996. *Determinación de edad y crecimiento del tiburón martillo Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1883) (Subclase Elasmobranchii) (Familia Sphyrnidae) del Pacífico Mexicano mediante la lectura de sus anillos vertebrales*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Anislado Tolentino, Vicente. 1995. *Determinación de la edad y crecimiento en el tiburón martillo Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834), en el Pacífico Central Mexicano*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Anislado Tolentino, Vicente. 2000. *Ecología pesquera del tiburón martillo Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834) en el litoral del estado de Michoacán, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Anónimo en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Applegate, Shelton Pleasants; Espinosa Arrubarrena, Luis; Menchaca López, Leticia B. y Sotelos Macías, Fernando. 1979. *Tiburones Mexicanos*. Secretaría de Educación Pública. D. F., México.
- Applegate, Shelton Pleasants; Sotelo Macías, F. y Espinosa Arrubarrena, L. 1993. [Una síntesis de la pesca mexicana de tiburón, con recomendaciones para su conservación en México]. "An Overview of Mexican Shark Fisheries, with Suggestions for Shark Conservation in Mexico". En *Conservation Biology of Elasmobranchs*. Steven Branstetter, editor. 31-37. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 115.
- Arriaga Cabrera, L; Vázquez Domínguez, E; González Cano, J; Jiménez



- Rosenberg, R; Muñoz López, E. y Aguilar Sierra, V. (coordinadores). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Balinsky, B. I. en Wourms, John P. 1981. [Viviparidad: relaciones materno-fetales en peces]. "Viviparity: The Maternal-Fetal Relationship in Fishes". *Amer. Zool.* 21: 473-515.
- Baranov, F. I. en Sparre, Per y Venema, Siebren C. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1, Rev. 2. Impresos Universitaria. Santiago de Chile, Chile.
- Bass, A. J; D'Aubrey, J. D. y Kistnasamy, N. en Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editor. 19 (3): 161-173.
- Bass, A. J; D'Aubrey, J. D. y Kistnasamy, N. en Chen, Che Tsung; Leu, Tzyh Chang y Joung, Shou Jeng. 1988. [Notas sobre la reproducción de la cornuda común *Sphyrna lewini*, en las aguas del noreste de Taiwan]. "Notes on Reproduction in the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, in Northeastern Taiwan Waters". En *Fishery Bulletin*. 86 (2): 389-393.
- Bass, A. J; D'Aubrey, J. D. y Kistnasamy, N. en Stevens, J. D. y Lyle, J. M. 1989. [Biología de tres tiburones martillo (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna lewini*) del norte de Australia]. "Biology of Three Hammerhead Sharks (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* and *Sphyrna lewini*) from Northern Australia". *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40: 129-146.



- Bedford, D. en Castillo Géniz, José Leonardo; Cid del Prado Vera, Alejandro; Soriano Velásquez, Sandra Rita; Sancho Vázquez, Francisco; Márquez Farias, Juan Fernando y Ramírez Santiago, Cecilia. 1997. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas. Primer informe anual. Instituto Nacional de la Pesca. D. F., México.
- Bedford, D. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Beverton, R. J. H. y Holt, S. J. en Sparre, Per y Venema, Siebren C. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1, Rev. 2. Impresos Universitaria. Santiago de Chile, Chile.
- Bigelow, Henry B. y Schroeder, William C. en Gilbert, Carter R. 1967. [Una revisión de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. *A Revision of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)*. Proceedings of the National Museum. Smithsonian Institution. 119 (3539): 1-98. Washington, D. C., EUA.
- Bigelow, Henry B. y Schroeder, William C. en Stevens, J. D. y Lyle, J. M. 1989. [Biología de tres tiburones martillo (*Eusphyra blochii*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna lewini*) del norte de Australia]. "Biology of Three Hammerhead Sharks (*Eusphyra blochii*, *Sphyrna mokarran* and *Sphyrna lewini*) from Northern Australia". *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40: 129-146.
- Blackburn, M. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Bonfil Sanders, Ramón. 1994. [Revisión de la pesquería mundial de



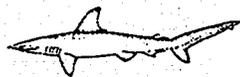
- elasmobranquios]. *Overview of World Elasmobranch Fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper, 341. Roma, Italia.
- Bonfil Sanders, Ramón; de Anda, David y Mena, Roberto. 1990. [Pesquerías de tiburón en México: el caso de Yucatán como ejemplo]. "*Shark Fisheries in Mexico: the Case of Yucatán as an Example*". En *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics and the Status of the Fisheries*. H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber y T. Taniuchi, editores. NOAA Technical Report NMFS 90. U. S.
- Bonfil Sanders, Ramón; Mena Aguilar, Roberto y De Anda Fuentes, David E. 1988. El recurso tiburón-cazón en el sudeste de México. En *Los recursos pesqueros del país*. Secretaría de Pesca. D. F., México.
- Boschung, Herbert T. 1978. [Los tiburones del Golfo de México]. *The Sharks of the Gulf of Mexico*. Nature Notebook. Alabama Museum of Natural History. The University of Alabama. Alabama, EUA.
- Botte, V; Chieffi, G. y Stanley, H. P. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Branstetter, Steven. 1981. [Notas biológicas de los tiburones del norte y centro del Golfo de México]. "Biological Notes on the Sharks of the North Central Gulf of Mexico". *Contributions in Marine Science*. 24: 13-34.
- Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editores. 19 (3): 161-173.



- Branstetter, Steve en Pratt, Harold L. Jr. y Casey, John G. 1990. [Estrategias reproductivas de los tiburones como un factor limitante en la pesca, con una revisión del método de Holden de la estimación de los parámetros de crecimiento]. "Shark Reproductive Strategies as a Limiting Factor in Directed Fisheries, with a Review of Holden's Method of Estimating Growth-Parameters". En *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber, y T. Taniuchi, editores. 97-109. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 90.
- Bruland, W. K; Knaver, G. A. y Martin, J. H. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Burke, R. A; Reid, D. E; Brooks, J. M. y Lovoie, A. M. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Cadenat, J. y Blache, J. en Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editor. 19 (3): 161-173.
- Cadenat, J. y Blache, J. en Stevens, J. D. y Lyle, J. M. 1989. [Biología de tres tiburones martillo (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna lewini*) del norte de Australia]. "Biology of Three Hammerhead Sharks (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* and *Sphyrna lewini*) from Northern Australia". *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40: 129-146.
- Casey, J. G. en Chen, Che Tsung; Leu, Tzyh Chang y Joung, Shoou Jeng. 1988. [Notas sobre la reproducción de la cornuda común *Sphyrna*



- lewini*, en las aguas del noreste de Taiwan]. "Notes on Reproduction in the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, in Northeastern Taiwan Waters". En *Fishery Bulletin*. 86 (2): 389-393.
- Castillo Géniz, José Leonardo. 1989. "Tiburones". *Ciencias*. 14: 13-18.
- Castillo Géniz, José Leonardo. 1990. [Una reseña de la pesquería e investigación de los tiburones en México]. "Shark Fisheries and Research in Mexico - A Review". En *Chondros*. S. Cook, L. J. V. Compagno, J. Stevens y M. I. Oetinger, editores. 2 (1): 1-2.
- Castillo Géniz, José Leonardo. 1991. "Tiburón". En *Panorama Pesquero*. Organó informativo de la Cámara de la Industria Pesquera. 1 (3) julio-agosto: 27-31.
- Castillo Géniz, José Leonardo. 1992. *Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México*. Secretaría de Pesca. D. F., México.
- Castillo Géniz, José Leonardo; Cid del Prado Vera, Alejandro; Soriano Velásquez, Sandra Rita; Sancho Vázquez, Francisco; Márquez Farias, Juan Fernando y Ramírez Santiago, Cecilia. 1997. Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas. Instituto Nacional de la Pesca. Documento interno. Primer informe anual. D. F., México.
- Castillo Géniz, José Leonardo y Márquez Farias, Juan Fernando. 1993. La pesquería de tiburón en México: una revisión histórica del Golfo de México. Resumen de ponencia presentada en la Conferencia Internacional sobre Conservación y Administración de las poblaciones de tiburones del Golfo de México y la región del Caribe. Mote Marine Laboratory, Sarasota, Florida, EUA. 21 al 25 de abril.
- Castillo Géniz, José Leonardo; Márquez Farias, Juan Fernando; Rodríguez de la Cruz, M. Concepción; Cortés, E.; Cid del Prado Vera, Alejandro. 1998. [La pesquería artesanal mexicana de tiburón en el Golfo de México: hacia una pesquería regulada]. "The Mexican artisanal shark fishery in



the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery". *Mar. Freshwater Res.* 49, 611-620.

- Castillo Géniz, José Leonardo; Márquez Farias, Juan Fernando; Rodríguez de la Cruz, M. Concepción; Del Prado Vera, Alejandro Cid y Soriano Velázquez, Sandra Rita en Pérez Jiménez, Juan Carlos y Venegas Herrera, Agustin. 1997. *Análisis Biológico-Pesquero de tiburones de las familias Sphyrnidae, Alopiidae y Lamnidae (Elasmobranchii) capturados por la principal flota artesanal del sur de Nayarit, México. Temporada 1995-1996*. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara.
- Castro, José I. 1983. [Tiburones de aguas del norte de América]. *The Sharks of North American Waters*. Texas A & M. University Press, College Station. Texas, EUA.
- Castro, José I. 1993. [Zona de crianza de tiburones en la Bahía de Toros de Carolina del sur, con una revisión de las zonas de crianza de los tiburones de las costas del sudeste de los Estados Unidos]. "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. 38: 37-48. Holanda.
- Castro, José I. 2000. *Guía para la identificación de las especies de tiburones de importancia comercial del océano Pacífico. Para fines de investigación y verificación pesquera*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Castro, José I. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranchios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Castro, José I.; Woodley, C. M. y Brudek, R. L. 1999. [Una evaluación



- preliminar del estado de las especies de tiburón]. *A Preliminary Evaluation of the Status of Shark Species*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 380. Roma.
- Castro Aguirre, José Luis. 1965a. "Primer registro de dos elasmobranquios en aguas mexicanas". *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras*. Secretaría de Comercio. Volumen 1. D.F., México.
- Castro Aguirre, José Luis. 1965b. "Peces sierra, rayas, mantas y especies afines de México". *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras*. Secretaría de Comercio. Volumen 1. D. F., México.
- Castro Aguirre, José Luis. 1965c. *Aprovechamiento de tiburones y rayas en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Trabajos de Divulgación. X (96). México.
- Castro Aguirre, José Luis. 1967. *Contribución al estudio de los tiburones de México*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.
- Castro Aguirre, José Luis. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Departamento de Pesca, editor. Serie Científica No. 19. D. F., México.
- Castro Aguirre, José Luis. 1981. "Especies de la familia Scyliorhinidae (Elasmobranchii, Galeoidea), de la costa occidental de México, con especial referencia a *Cephalurus cephalus* (Gilbert)". *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. México. 24: 71-93.
- Castro Aguirre, José Luis. 1983. "Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos". *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. México. 27: 77-94.
- Chen, Che Tsung; Leu, Tzyh Chang y Joung, Shoou Jeng. 1988. [Notas sobre la reproducción de la cornuda común *Sphyrna lewini*, en las aguas del noreste de Taiwan]. "Notes on Reproduction in the Scalloped



- Hammerhead, *Sphyrna lewini*, in Northeastern Taiwan Waters". En *Fishery Bulletin*. 86 (2): 389-393.
- Chen, C. T.; Leu, T. C.; Joung, S. J. y Lo, N. C. H. 1990. [Edad y crecimiento de la cornuda común *Sphyrna lewini*, en las aguas del noreste de Taiwan]. "Age and Growth of the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, in Northeastern Taiwan Waters". En *Pacific Science*. University of Hawaii Press, editor: 44 (2): 156-170.
- Chiaramonte, G. E. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Chiaramonte, G. E. y Corcuera, J. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Clark, Eugenie y von Schmidt, Katherine. 1965. [Tiburones de la costa del Golfo central de Florida]. "Sharks of the Central Gulf Coast of Florida". *Bulletin of Marine Science*. 15 (1): 13-83.
- Clarke, Thomas A. 1971. [Ecología de la cornuda común *Sphyrna lewini*, en Hawaii]. "The Ecology of the Scalloped Hammerhead Shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii". En *Pacific Science*. 25, April: 133-144.
- Cline, J. D. y Richards, F. A. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Compagno, Leonard J. V. 1984a. [Catálogo de especies de la FAO. Volumen



4. Tiburones del mundo. Una guía con información e ilustraciones de las especies de tiburones conocidas. Parte 1. Hexanchiformes a Lamniformes]. *FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Sharks Species Known to Date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish. Synop.*, (125). Roma.
- Compagno, Leonard J. V. 1984b. [Catálogo de especies de la FAO. Volumen 4. Tiburones del mundo. Una guía con información e ilustraciones de las especies de tiburones conocidas. Parte 2. Carcharhiniformes]. *FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Sharks Species Known to Date. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop.*, (125). Roma.
- Compagno, Leonard J. V. 1988. [Tiburones del Orden Carcharhiniformes]. *Sharks of the Order Carcharhiniformes*. Princenton University Press. Princenton, Nueva Jersey, EUA.
- Compagno, Leonard J. V. 1990a. [Estilos alternos de historia de vida de los peces cartilaginosos en tiempo y espacio]. "Alternative life history styles of cartilaginous fishes in time and space". Kluwer Academic Publishers. *Environ. Biol. Fishes.* 28 (1-4): 33-75.
- Compagno, Leonard J. V. 1990b. [Explotación y conservación de tiburones]. "Shark Exploitation and Conservation". En *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber y T. Taniuchi, editores. 391-414. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 90.
- Compagno, Leonard J. V. 1999. [Lista de elasmobranquios vivientes]. "Checklist of living elasmobranchs". En Hamlett, William C. (editor). *Sharks, Skates and Rays: the Biology of Elasmobranch Fishes*. Johns Hopkins University Press. Maryland, EUA.
- Corro Espinosa, D. en Pérez Jiménez, Juan Carlos y Venegas Herrera, Agustín. 1997. *Análisis Biológico-Pesquero de tiburones de las familias*



- Sphyrnidae, Alopiidae y Lamnidae (Elasmobranchii) capturados por la principal flota artesanal del sur de Nayarit, México. Temporada 1995-1996.* Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara.
- Cramer en Castro, José I; Woodley, C. M. y Brudek, R. L. 1999. [Una evaluación preliminar del estado de las especies de tiburón]. *A Preliminary Evaluation of the Status of Shark Species*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 380. Roma.
- Cromwell, T. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Crow, Gerald L.; Brock, James A. y Kaiser, Steve. 1995. [Infección micótica por *Fusarium solani* en los canales del sistema de la línea lateral de tiburones martillo en cautiverio (*Sphyrna lewini*) en Hawaii]. "*Fusarium solani* Fungal Infection of the Lateral Line Canal System in Captive Scalloped Hammerhead Sharks (*Sphyrna lewini*) in Hawaii". *Journal of Wildlife Diseases*. 31 (4).
- Davis, P. F; He, Y; Furneaux, R. H; Johnston, P. S; Rüger, B. M. y Slim, G. C. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- de Buen, F. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Dodrill, J. W. en Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la



- cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editor. 19 (3): 161-173.
- Ebert, D. A. en Pratt, Harold L., Jr. y Casey, John G. 1990. [Estrategias reproductivas de los tiburones como un factor limitante en la pesca, con una revisión del método de Holden de la estimación de los parámetros de crecimiento]. "Shark Reproductive Strategies as a Limiting Factor in Directed Fisheries, with a Review of Holden's Method of Estimating Growth-Parameters". En *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber, y T. Taniuchi, editores. 97-109. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 90.
- Elasmo.com. (Documento Web). 1998.
http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/FISHERY/sidp/species/bwdr aw/sp_le_fi.gif
http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/FISHERY/sidp/species/index .htm?sp_le_ht.htm
<http://www.elasmo.com>
 27 de septiembre de 2001.
- Fernández, A; Gallegos, A. y Zavala J. en Gallegos, Artemio. 1994. En *El Golfo de Tehuantepec, Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca*. A. Toledo, coordinador. Centro de Ecología y Desarrollo. México.
- Ferreira, Héctor en Hernández Carvallo, Edmundo Anatolio. 1971. *Pesquerías de los tiburones en México*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.
- Fischer, W; Krupp, F; Schneider, W; Sommer, C; Carpenter, K. E. y Niem, V. H. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para fines de la*

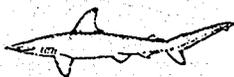


pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados Parte I.

- Flamand Swaner, Cynthia L. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Fowler, S. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Francis, M. P. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Fraser-Brunner, A. en Gilbert, Carter R. 1967. [Una revisión de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. *A Revision of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)*. Proceedings of the National Museum. Smithsonian Institution. 119 (3539): 1-98. Washington, D. C., EUA.
- Freer, D. W. L. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Gallegos, Artemio. 1994. En *El Golfo de Tehuantepec, Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca*. A. Toledo, coordinador. Centro de Ecología y Desarrollo. México.
- Gallegos, Artemio; Barberán, J. y Fernández, A. en Gallegos, Artemio. 1994.



- En *El Golfo de Tehuantepec, Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca*. A. Toledo, coordinador. Centro de Ecología y Desarrollo. México. Galván Magaña, Felipe; Nienhuis, Henk J. y Klimley, A. Peter. 1989. [Abundancia estacional y hábitos alimenticios de los tiburones del sur del Golfo de California, México]. "Seasonal Abundance and Feeding Habits of Sharks of the Lower Gulf of California, Mexico". *California Fish and Game*. 75 (2): 74-84.
- Ganong F., William. 1994. *Fisiología Médica*. El Manual Moderno S. A. de C. V. 14ª edición. Eduardo Cazacuberta Zaffaroni, traductor. D. F., México.
- Garman, Samuel en Gilbert, Carter R. 1967b. [Sinopsis taxonómica de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. "A Taxonomic Synopsis of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)". En *Sharks, Skates and Rays*. Perry W. Gilbert, Robert F. Mathewson y David P. Rall, editores. 69-77. The Johnson Hopkins Press, Baltimore Maryland, EUA.
- Garrick, J. A. F. en Tovar Ávila, Javier. 1995. Biología y pesquería del tiburón puntas negras *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes 1939) de las aguas de Veracruz y Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gilbert, Carter R. 1967a. [Una revisión de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. *A Revision of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)*. Proceedings of the National Museum. Smithsonian Institution. 119 (3539): 1-98. Washington, D. C., EUA.
- Gilbert, Carter R. 1967b. [Sinopsis taxonómica de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. "A Taxonomic Synopsis of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)". En *Sharks, Skates and Rays*. Perry W. Gilbert, Robert F. Mathewson y David P. Rall, editores. 69-77. The Johnson Hopkins Press, Baltimore Maryland, EUA.
- Gubanov, Y. P. en Castillo Géniz, José Leonardo. 1990. *Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del cazón bironche,*



- Rhizoprionodon longurio*, (Jordan y Gilbert, 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae) del sur de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gulland, J. A. 1983. *El porqué de la evaluación de poblaciones*. FAO, Circulares de Pesca No. 759. Roma, Italia.
- Hamlett, William C. 1991. [Del huevo a la placenta: reproducción placentar en tiburones]. "From Egg to Placenta: Placental Reproduction in Sharks". En *Discovering Sharks*. (Samuel H. Gruber, editor). American Littoral Society, special publication No.14. EUA.
- Herald, Earl S. en Gilbert, Carter R. 1967. [Una revisión de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. *A Revision of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)*. Proceedings of the National Museum. Smithsonian Institution. 119 (3539): 1-98. Washington, D. C., EUA.
- Hernández Carvallo, Edmundo Anatolio. 1967. [Observaciones de tiburones martillo (*Sphyrna*) en aguas cercanas a Mazatlán, Sinaloa, México]. "Observations on the Hammerhead Sharks (*Sphyrna*) in Waters near Mazatlan, Sinaloa, Mexico". En *Sharks, Skates and Rays*. Perry W. Gilbert, Robert F. Mathewson y David P. Rall, editores. 79-83. The Johnson Hopkins Press, Baltimore Maryland, EUA.
- Hernández Carvallo, Edmundo Anatolio. 1971. *Pesquerías de los tiburones en México*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.
- Hilborn, Ray y Mangel, Marc. 1997. [El detective ecológico confrontando modelos con datos]. *The Ecological Detective Confronting Models with Data*. Princenton University Press. Princenton, Nueva Jersey, EUA.
- Holden, M. J. 1973. [¿Es posible la pesca sustentable de elasmobranchios a largo plazo?]. "Are Long-Term Sustainable Fisheries for Elasmobranchs Possible?". *Rapports Ex Procés-Verbaux des Réunions*. 164: 360-367.
- Holden, M. J. en Compagno, Leonard J. V. 1990. [Explotación y conservación



- de tiburones]. "Shark Exploitation and Conservation". En *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber y T. Taniuchi, editores. 391-414. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 90.
- Holden, M. J. y Raitt en Castillo Géniz, José Leonardo. 1990. *Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del cazón bironche, Rhizoprionodon longurio, (Jordan y Gilbert, 1882) (Elasmobranchii, Carcharhinidae) del sur de Sinaloa, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Holland, Kim N; Lowe, C. G; Peterson, J. D. y Gill, A. 1992. [Seguimiento de la trayectoria de los tiburones costeros con embarcaciones menores: el caso de los neonatos de tiburones martillo]. "Tracking Coastal Sharks with Small Boats: Hammerhead Shark Pups as a Case Study". En *Sharks: Biology and Fisheries*. J. G. Pepperell, editor. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 43: 61-66.
- Holland, Kim N; Wetherbee, Bradley M; Peterson, John D. y Lowe, Christopher, G. 1993. [Movimientos y distribución de neonatos de tiburones martillo en sus áreas de crianza]. "Movements and Distribution of Hammerhead Shark Pups on their Natal Grounds". En *Copeia*. (2): 495-502.
- Infoport, S. A de C. V. "México: Puertos y Transporte". (Documento Web). 2000.
<http://www.infoport.com.mx/Pmadero/index.html>
webmaster@infoport.com.mx
2 de septiembre de 2000.
- INEGI. 1998. *Cuaderno Estadístico Municipal. Tapachula, Estado de Chiapas*. Edición 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- INEGI. 1999. *Anuario Estadístico del Estado de Chiapas*. Edición 1999.



Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
Aguascalientes, Aguascalientes, México.

- Karlsen, L. y Bjarnason, B. A. en Sparre, Per y Venema, Siebren C. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1, Rev. 2. Impresos Universitaria. Santiago de Chile, Chile.
- Kato, Susumu y Hernández Carvallo, A. 1967. [Marcaje de tiburones en el Océano Pacífico este en el período de 1962-1965]. "Shark Tagging in the Eastern Pacific Ocean, 1962-65". En *Sharks, Skates and Rays*. Perry W. Gilbert, Robert F. Mathewson y David P. Rall, editores. 93-109. The Johnson Hopkins Press, Baltimore Maryland, EUA.
- Klimley, A. Peter. 1981. [Comportamiento grupal de la cornuda común]. "Grouping Behavior in the Scalloped Hammerhead". *Oceanus*. 24 (4): 65-71.
- Klimley, A. Peter. 1985. [Cardúmenes de *Sphyrna lewini*, especies con bajo riesgo de depredación: un estado desigual]. "Schooling in *Sphyrna lewini*, a Species with Low Risk of Predation: a Non-Egalitarian State". En *Z. Tierpsychol.* 70: 297-319.
- Klimley, A. Peter. 1987. [Determinaciones de la segregación sexual de la cornuda común, *Sphyrna lewini*]. "The Determinants of Sexual Segregation in the Scalloped Hammerhead Shark, *Sphyrna lewini*". *Environmental Biology of Fishes*. Vol. 18. Núm. 1.
- Klimley, A. Peter y Butler, S. B. 1988. [Inmigración y emigración de los peces pelágicos reunidos en las montañas submarinas en el Golfo de California relacionados con los movimientos de las masas de agua utilizando imágenes de satélite]. "Immigration and Emigration of a Pelagic Fish Assemblage to Sea Mounts in the Gulf of California Related to Water Mass Movements Using Satellite Imagery". En *Marine Ecology Progress Series*. Inter-Research, editor. 49: 11-20.



- Klimley, A. Peter; Butler, S. B; Nelson, D. R. y Stull, A. T. 1988. [Movimientos diarios de la cornuda común, *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834), de y hacia una montaña submarina en el Golfo de California]. "Diel Movements of Scalloped Hammerhead Sharks, *Sphyrna lewini* Griffith and Smith, to and from a Sea Mount in the Gulf of California". En *J. Fish. Biol.* The Fisheries Society of the British Isles, editor. 33: 751-761.
- Klimley, A. Peter; Cabrera Mancilla, Ismael y Castillo Géniz, José Leonardo. 1993. "Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, del sur del Golfo de California, México". En *Ciencias Marinas*. 19 (1): 95-115.
- Klimley, A. Peter y Nelson, Donald R. 1984. [Patrones diarios de movimiento del tiburón martillo, cornuda común (*Sphyrna lewini*) en relación con el Bajo Espíritu Santo: un sistema de refugio central de posición social]. "Diel Movement Patterns of the Scalloped Hammerhead Shark (*Sphyrna lewini*) in Relation to El Bajo Espíritu Santo: a Refuging Central-Position Social System". En *Behavioral Ecology and Sociobiology* Springer-Verlag, editor. 15: 45-54.
- Klimley, A. P. y Nelson, D. R. en Stevens, J. D. y Lyle, J. M. 1989. [Biología de tres tiburones martillo (*Eusphyra blochii*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna lewini*) del norte de Australia]. "Biology of Three Hammerhead Sharks (*Eusphyra blochii*, *Sphyrna mokarran* and *Sphyrna lewini*) from Northern Australia". *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40: 129-146.
- Lagler, Karl F.; Bardach, John E.; Miller, Robert R. y Passino, Dora R. May. 1990. *Ictiología*. Marcos Arellano Armenta, traductor. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Langer, R; Brem, H; Falterman, K; Klein, M. y Folkman, J. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question



-
-
- revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Last, P. R. y Stevens, J. D. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Lee, A. y Langer, R. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Lugo, J. H. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- MacQuitty, Miranda. 1994. *Tiburones*. Biblioteca Visual Altea. Primera reimpresión. Santillana, S. A. Madrid, España.
- Mann, T. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Marin Osorno, Raúl. 1992. *Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.
- Matthews, L. H. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219:



297-308.

- Menard, H. W. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Menard, H. W. y Smith S. M. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Mendizabal Oriza, D; Velez M., R. y Valdez F., J. 1990. Relación de la captura con la temperatura y la profundidad de la termoclina durante la pesca comercial de picudos, tiburones y dorados en la zona oceánica del Pacífico central mexicano. Memorias del VIII Simposium de Biología Marina: Junio 4-8. Ensenada, Baja California. Murray Dailey y Hans Bertsch, editores. México.
- Mendizabal y Oriza, David. 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. (Período 1986-1987)*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Metten, H. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Mote Marine Laboratory. (Documento Web). 2000.
<http://www.mote.org/~caluer/biomed.phtml>
<http://www.mote.org/~rhueter/sharks/shark.phtml>
<http://www.mote.org>
25 de octubre de 2000.
- Nichols *et al.* en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be



- harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Olsen, A. M. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Ortiz Segura, Carlos. 1993. *Historia de la pesca de tiburón en Puerto Madero, Chiapas*. Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social. Secretaría de Educación Pública. D. F., México.
- Pacheco Sandoval, Patricia en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Parker, H. W. y Stott, F. C. en Compagno, Leonard J. V. 1990. [Explotación y conservación de tiburones]. "Shark Exploitation and Conservation". En *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber y T. Taniuchi, editores. 391-414. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 90.
- Parsons, G. R. en Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editor. 19 (3): 161-173.
- Peres, M. B. y Vooren, C. M. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada



- con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Pérez Jiménez, Juan Carlos y Venegas Herrera, Agustin. 1997. *Análisis Biológico-Pesquero de tiburones de las familias Sphyrnidae, Alopiidae y Lamnidae (Elasmobranchii) capturados por la principal flota artesanal del sur de Nayarit, México. Temporada 1995-1996*. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara.
- Prasad, R. R. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Pratt, Harold L., Jr. 1993. [Almacenamiento de los espermatozoides en las glándulas oviducuales de los tiburones del Atlántico noroccidental]. "The Storage of Spermatozoa in the Oviducal Glands of Western North Atlantic Sharks". *Environmental Biology of Fishes*. 38: 139-149.
- Pratt, Harold L., Jr. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Pratt, Harold L., Jr. y Casey, John G. 1990. [Estrategias reproductivas de los tiburones como un factor limitante en la pesca, con una revisión del método de Holden de la estimación de los parámetros de crecimiento]. "Shark Reproductive Strategies as a Limiting Factor in Directed Fisheries, with a Review of Holden's Method of Estimating Growth-Parameters". En *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the*



-
-
- Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. H. L. Pratt Jr., S. H. Gruber, y T. Taniuchi, editores. 97-109. NOAA. Tech. Rep. NMFS. 90.
- Pratt, Harold L., Jr. y Castro, José I. 1991. [Una revisión de la inversión de los progenitores y la pesquería limitada]. "Parental Investment and Limited Fisheries, An Overview". En *Discovering Sharks*. Samuel H. Gruber, editor. American Littoral Society, Special Publication No. 14.
- Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Reid, J. L. en Gallegos, Artemio. 1994. En *El Golfo de Tehuantepec, Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca*. A. Toledo, coordinador. Centro de Ecología y Desarrollo. México.
- Righetty Rojo, B. y Castro Morales, F. J. en Pérez Jiménez, Juan Carlos y Venegas Herrera, Agustín. 1997. *Análisis Biológico-Pesquero de tiburones de las familias Sphyrnidae, Alopiidae y Lamnidae (Elasmobranchii) capturados por la principal flota artesanal del sur de Nayarit, México. Temporada 1995-1996*. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara.
- Ripley, W. E. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Roden, G. I. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Rodríguez García, H. en Pérez Jiménez, Juan Carlos y Venegas Herrera,



- Agustin. 1997. *Análisis Biológico-Pesquero de tiburones de las familias Sphyrnidae, Alopiidae y Lamnidae (Elasmobranchii) capturados por la principal flota artesanal del sur de Nayarit, México. Temporada 1995-1996*. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara.
- Rodríguez de la Cruz, M. Concepción; Castillo Géniz, José Leonardo y Márquez Farias, Juan Fernando. 1996a. Informe final del proyecto de investigación: Evaluación de la pesquería de tiburón del Golfo de México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. México.
- Rodríguez de la Cruz, M. Concepción; Rosales Juárez, Fernando J. y Ramos Montiel, Araceli. 1996b. "Pesquería artesanal de tiburón en la costa Sonorense y algunas medidas preventivas para su ordenamiento". *Oceanología*. Dirección de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar. Año 4. Volumen 1. Número 9. Enero-mayo. SEP-SEIT. México.
- Romeu, Emma. 1995. "Tiburones". *Biodiversitas*. Año 1. Núm. 2. Julio. 1-6. México.
- Rose, D. A. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Russell, Sandra J. 1993. [Captura incidental de tiburón al norte del Golfo de México en la pesquería de atún, 1988-91, con observaciones de las pesquerías de tiburón costeras]. "Shark Bycatch in the Northern Gulf of Mexico Tuna Longline Fishery, 1988-91, with Observations on the Nearshore Directed Shark Fishery". En *Conservation Biology of Elasmobranchs*. Steven Branstetter, editor. NOAA Tech. Rep. NMFS 115.
- Sadowsky, Victor en Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología



reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editor. 19 (3): 161-173.

Sadowsky, Victor en Gilbert, Carter R. 1967. [Una revisión de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. *A Revision of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)*. Proceedings of the National Museum. Smithsonian Institution. 119 (3539): 1-98. Washington, D. C., EUA.

SAGARPA. (Documento Web). 2001.

<http://www.sagarpa.gob.mx/>

<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/>

<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/integra/Anuarios/indexAnuest.html>

"Anuario Estadístico de Pesca 2000". Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Última actualización: 13 de diciembre de 2001.

17 de diciembre de 2001.

Saucedo, C. en Castillo Géniz, José Leonardo. 1992. *Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México*. Secretaría de Pesca. D. F., México.

Schwartz, Frank J. 1983. [Métodos de edad en tiburones y estimación de la edad de la cornuda común *Sphyrna lewini*, y el tiburón oscuro *Carcharhinus obscurus*, basado en el conteo de anillos en las vértebras]. "Shark Ageing Methods and Age Estimation of Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, and Dusky, *Carcharhinus obscurus*, Sharks Based on Vertebral Ring Counts". En *Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, billfishes and sharks*. Prince y L. M. Pulos, editores. 167-174. NOAA Tech. Rep. NMFS 8.

Scott en Castro, José I; Woodley, C. M. y Brudek, R. L. 1999. [Una



- evaluación preliminar del estado de las especies de tiburón]. A *Preliminar Evaluation of the Status of Shark Species*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 380. Roma.
- Seabrook-Davison, M.; Paul, L. J. y Hurst, R. J. en Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Secretaría de Industria y Comercio. 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. Autor. Subsecretaría de Pesca. Regina de Los Angeles, S. A., editor. D. F., México.
- SEMARNAP. 1997. *Anuario Estadístico de Pesca 1996*. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. D. F., México.
- SEMARNAP. 1998. *Anuario Estadístico de Pesca 1997*. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. D. F., México.
- SEMARNAP. 2000. *Anuario Estadístico de Pesca 1999*. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. D. F., México.
- SEPESCA. 1981. *Anuario Estadístico de Pesca 1980*. Autor. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1982. *Anuario Estadístico de Pesca 1981*. Autor. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1984. *Anuario Estadístico de Pesca 1982*. Autor. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1985a. *Anuario Estadístico de Pesca 1983*. Autor. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1985b. *Anuario Estadístico de Pesca 1984*. Autor. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1986. *Anuario Estadístico de Pesca 1985*. Autor. Dirección



- General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1988a. *Anuario Estadístico de Pesca 1986*. Autor. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1988b. *Anuario Estadístico de Pesca 1987*. Autor. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística. D. F., México.
- SEPESCA. 1992. *Anuario Estadístico de Pesca 1990*. Autor. Dirección General de Informática y Registro Pesquero. D. F., México.
- SEPESCA. 1994a. *Atlas Pesquero de México*. Autor. D. F., México.
- SEPESCA. 1994b. *Pescados y Mariscos de las aguas mexicanas*. Autor. Catálogo. Tercera edición. D. F., México.
- SEPESCA. 1995. Investigación biológico pesquera de tiburones del océano Pacífico de México. (Claves SPI-03-PRI 08-PY 03-CRIP 06). Autor. Documento interno.
- SEPESCA. 1996. Informe final del proyecto de investigación: Evaluación de la pesquería de tiburón del Golfo de México. Autor. Marzo. Documento interno.
- Severino Hernández, César A. y Simeón Romay, L. en Anislado Tolentino, Vicente. 1995. *Determinación de la edad y crecimiento en el tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834), en el Pacífico Central Mexicano*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sierra Rodríguez, Pedro. 1995. Informe final del Proyecto: Análisis preliminar de la pesquería del tiburón en Puerto Madero, Chiapas, 1994. Instituto Nacional de la Pesca. Documento interno. México.
- Silva Ayçaguer, Luis Carlos. 1995. *Excursión a la regresión logística en Ciencias de la Salud*. Díaz de Santos, S. A. Madrid, España.
- Simpfendorfer, Colin A. y Milward, Norman E. 1993. [Utilización de las bahías tropicales como área de crianza de los tiburones de las familias Carcharhinidae y Sphyrnidae]. "Utilization of a tropical bay as a nursery



- area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae". En *Environmental Biology of Fishes*. Kluwer Academic Publishers, editor. 37: 337-345.
- Sparre, Per y Venema, Siebren C. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1, Rev. 2. Impresos Universitaria. Santiago de Chile, Chile.
- Springer, Stewart. 1967. [Organización social de las poblaciones de tiburones]. "Social Organization of Shark Populations". En *Sharks, Skates and Rays*. Perry W. Gilbert, Robert F. Mathewson y David P. Rall, editores. 149-174. The Johnson Hopkins Press, Baltimore Maryland, EUA.
- Springer, S. en Clarke, Thomas A. 1971. [Ecología de la cornuda común *Sphyrna lewini*, en Hawaii]. "The Ecology of the Scalloped Hammerhead Shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii". En *Pacific Science*. 25, April: 133-144.
- Springer, Stewart en Gilbert, Carter R. 1967. [Una revisión de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. *A Revision of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)*. Proceedings of the National Museum. Smithsonian Institution. 119 (3539): 1-98. Washington, D. C., EUA.
- Stanley, H. P. en Pratt, Harold L., Jr. y Tanaka, Sho. 1994. [Almacenamiento de los espermatozoides en elasmobranquios machos: una descripción y reconocimiento]. "Sperm Storage in Male Elasmobranchs: A Description and Survey". *Journal of Morphology*. 219: 297-308.
- Stevens, J. D. en Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the



-
-
- Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editor. 19 (3): 161-173.
- Stevens, J. D. y Lyle, J. M. 1989. [Biología de tres tiburones martillo (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* y *Sphyrna lewini*) del norte de Australia]. "Biology of Three Hammerhead Sharks (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* and *Sphyrna lewini*) from Northern Australia". *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40: 129-146.
- Stumpf, H. G. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Tamayo, L. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Templeman, W. en Holden, M. J. 1973. [¿Es posible la pesca sustentable de elasmobranquios a largo plazo?]. "Are Long-Term Sustainable Fisheries for Elasmobranchs Possible?". *Rapports Ex Procés-Verbaux des Réunions*. 164: 360-367.
- Tiburón y su entorno, El. 1994. Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar. Departamento de Bibliotecas y Publicaciones. D. F., México.
- Torres Huerta, Ana María. 1999. *Observaciones sobre la biología reproductiva de la cornuda barrosa, Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834) (Pisces: Sphyrnidae) en aguas del noroeste de México*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Campus Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Torres Huerta, Ana María y Alejo Plata, María del Carmen. 2000. XII Congreso Nacional de Oceanografía. *Elaboración de un catálogo de identificación de picos de cefalópodos del Pacífico central oriental*. Instituto Nacional de la Pesca, Huatulco, Oaxaca, México. 25 de mayo.
- Torres Orozco Bermeo, Roberto E. 1991. *Los peces de México*. AGT Editor, S. A. México.



- Tortonese, Enrico en Gilbert, Carter R. 1967. [Una revisión de los tiburones martillo, familia Sphyrnidae]. *A Revision of the Hammerhead Sharks (Family Sphyrnidae)*. Proceedings of the National Museum. Smithsonian Institution. 119 (3539): 1-98. Washington, D. C., EUA.
- Uribe en Marín Osorno, Raúl. 1992. *Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.
- Uribe Martínez, Jaime Arturo. 1993. *Distribución, abundancia, estructura y biometría de especies de tiburones capturados en la zona de Campeche, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- UT Library Online. Perry-Castañeda Library Map Collection. The University of Texas at Austin. (Imágenes digitalizadas). 2001.
<http://www.lib.utexas.edu>
<http://www.lib.utexas.edu/maps/mexico.html>
<http://www.inegi.gob.mx/territorio/espanol/datosgeogra/vias/puertoseb.html>
<http://www.inegi.gob.mx/territorio/espanol/datosgeogra/extterri/zonaee.html>
01 de junio de 2001.
- Velez M., R; Mendizabal O., D. y Valdez F., J. 1995. Datos estadísticos de captura y esfuerzo de la flota ribereña de Manzanillo. Colima (1989-1994). Secretaría de Pesca. México.
- Villatorio Vázquez, Orlando A. y Rivera González, Rodolfo A. 1994. *Contribución al conocimiento reproductivo de cuatro especies de tiburones (Carcharhinus limbatus, Carcharhinus porosus, Carcharhinus falciformis y Sphyrna lewini), reportados en El Salvador*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador.



-
-
- Villavicencio Garayzar, Carlos J. 1996. *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. Margarita Casas Valdez y Germán Ponce Díaz, editores. Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. Volumen 1. México.
- Virgen, J. A; Gonzáles, A. E; Severino, H. C. y Cruz, S. E. en Sierra Rodríguez, Pedro. 1995. Informe final del proyecto: Análisis preliminar de la pesquería del tiburón en Puerto Madero, Chiapas, 1994. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- Walker, Terence I. 1998. [Puede ser sustentable la explotación del recurso tiburón? Una pregunta retomada con una revisión de las pesquerías de tiburón]. "Can Shark Resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries". Marine and Freshwater Resources Institute. 49. Victoria, Australia.
- Wallett, T. S. en Branstetter, Steven. 1987. [Edad, crecimiento y biología reproductiva del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, y de la cornuda común *Sphyrna lewini*, del noroeste del Golfo de México]. "Age, Growth and Reproductive Biology of the Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*, and the Scalloped Hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the Northwestern Gulf of Mexico". En *Environmental Biology of Fishes* Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, editor. 19 (3): 161-173.
- Wourms, John P. 1977. [Reproducción y desarrollo de los peces condreictios]. "Reproduction and Development in Chondrichthyan Fishes". *Amer. Zool.* 17: 379-410.
- Wyrтки, K. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.
- Zirino, A. y Healy, M. L. en De la Lanza Espino, Guadalupe (compiladora). 1991. *Oceanografía de mares mexicanos*. AGT Editor, S. A. D. F., México.



ANEXO

Infraestructura portuaria

Puerto Madero cuenta con una infraestructura portuaria capaz de soportar el crecimiento y expansión de industrias comerciales, además de ser un atractivo sitio turístico y de recreación. Las características de su infraestructura y los planes de desarrollo del puerto se describen a continuación.

Obras de atraque

Nombre	Muelle de la Armada	Muelle de Pesca 1	Muelle de Pesca 2	Muelle de Pesca 3	Muelle de Combustible 1	Muelle de Combustible 2	Muelle Fiscal
Año de Construcción	1975	1974	1979	1979	1983	2000	1974
Prop.	F	F	F	F	F	P	F
Disposición	Espigón	Espigón	Espigón	Espigón	T	T	Marginal
Longitud y ancho	85 x 10 m	85 x 10 m	75 x 10 m	75 x 10 m	50 x 10 m	20 x 4 m	151 x 31 m
Bandas Atraque	2	2	2	2	1	1	1
Longitud Atraque	170 m	120 m	150 m	150 m	50 m	20 m	151 m
Altura y profundidad	2.5 x -7.0 m	2.5 x -7.0 m	2.5 x -7.0 m	2.5 x -7.0 m	2.5 x -7.0 m	2.5 x -6.5 m	4 x -9.5 m
Estructura	Concreto Armado	Concreto Armado	Concreto Armado	Concreto Armado	Concreto Armado	Concreto Armado	Concreto Armado
Entidad que lo opera	Secretaría de Marina	API	API	API	Concesionario a Sumicol	Lubricantes y combustibles marinos	API
Movimiento	Local	Local	Local	Local		Local	Local
Uso/ Servicios	Militar/ Agua, electricidad	Pesquero/ Agua, electricidad	Pesquero/ Agua, electricidad	Pesquero/ Agua, electricidad	Combustibles/ Fuera de uso, bitas, defensas	Combustibles / Bitas, defensas, agua	Carga general/ Vías F.F.C., agua, electricidad

Fuente: Infoport (2000).



Obras de protección

Nombre y localización	Año de construcción	Longitud	Ancho de corona	Altura de corona	Estructura
Escollera Oriente Margen sudeste del canal de navegación principal	1975	912 m	6.00 m	5.5 m	Piedra
Escollera Poniente Margen noreste del canal de navegación principal	1975	630 m	6.00 m	5.1 m	Piedra
Espigón Oriente A 1,100 m de la escollera oriente	1980	115 m	11.00 m	3.5 m	Piedra
Espigones No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 Al poniente de la escollera poniente	1975	10,300 m	0.00 m	4.8 m	Piedra
Espigón Interior del Puerto Lado noreste del seno de la escollera oriente	1983	75 m	1.70 m	2.5 m	Bolsacreto
Protección Marginal Escollera Poniente En el seno de la escollera poniente	1987	150 m	4.80 m	1.8 m	Piedra
Protección Marginal Escollera Poniente Entre escollera poniente y espigón No. 17	1990	3,004 m	4.20 m	4.7 m	Piedra

Fuente: Infoport (2000).

Áreas de agua

Nombre y localización	Longitud	Área	Ancho de plantilla	Profundidad	Diámetro máximo ciaboga	Observaciones
Bocana Entre escollera oriente y morro de escollera poniente	335 m	8,700 m ²	50 m	8 m	0 m	-----
Canal de Navegación Principal De la bocana a la dársena de expansión	630 m	60,800 m ²	50 m	7.5 m	0 m	-----
Canal a Dársena del Muelle Fiscal De la dársena de expansión a la dársena del muelle fiscal	550 m	57,200 m ²	60 m	9 m	0 m	-----
Canal a Dársena Pesquera De la dársena de expansión a la dársena pesquera	550 m	63,475 m ²	60 m	7 m	0 m	Presenta problemas de navegación debido al azolve
Dársena de Expansión Al término del canal de navegación principal en bifurcación de canales	0 m	34,000 m ²	80 m	8.3 m	100 m	La acción de erosión y acarreo es muy significativa
Dársena del Muelle Fiscal Frente al muelle fiscal	0 m	105,000 m ²	300 m	9.3 m	250 m	-----
Dársena Pesquera Frente a muelles pesqueros	0 m	110,000 m ²	160 m	7 m	100 m	-----
Dársena de la Armada Frente a muelle de la Armada	0 m	41,600 m ²	170 m	6.5 m	150 m	-----

Fuente: Infoport (2000).

Fecha de Sondeo: enero de 2000.



Señalamiento marítimo

Nombre y localización	Tipo de luz	Período (segundos)	Número de destellos	Color de la señal	Altura de la señal	Alcance geográf. (M.N.)	Alcance luminoso (M.N.)	Estructura
Baliza de Situación Escollera oriente Morro escollera oriente	Destellante	5	12	Rojo	10.0	10	8	Torre de aluminio
Baliza de Situación Escollera Poniente Morro escollera poniente	Destellante	5	12	Verde	10.0	10	8	Tubo de concreto armado
Baliza de Enfilación anterior Canal de Pesca Al oriente de la dársena de pesca	Destellante	3	20	Blanco	11.0	12	13	Estructura de fierro galvanizado
Baliza de Enfilación posterior Canal de Pesca Al oriente de la dársena de pesca	Destellante	2	30	Blanco	20.0	13	14	Estructura de fierro galvanizado
Baliza de Enfilación anterior Muelle Fiscal Al norte de la dársena fiscal	Destellante	3	20	Blanco	12.0	12	13	Estructura de fierro galvanizado
Baliza de Enfilación posterior Muelle Fiscal Al norte de la dársena fiscal	Destellante	2	30	Blanco	16.5	13.7	13	Estructura de fierro galvanizado
Baliza de Enfilación anterior Canal Principal Al oriente de la dársena fiscal	Destellante	3	20	Blanco	16.0	12	13	Estructura de fierro galvanizado
Baliza de Enfilación Posterior Canal Principal Al oriente de la dársena fiscal	Destellante	2	30	Blanco	23.5	13	13	Estructura de fierro galvanizado
Faro Puerto Madero Playa poniente, junto a escollera	Giratoria	5	12	Blanco	24.0	14	23	Estructura de fierro galvanizado
Boya de Recalada Puerto Madero A 2 millas de la bocana	Destellante	10	6	Blanco	4.0	10	9.2	Estructura de fierro galvanizado
Boya No. 1 Canal principal	Destellante	---	20	Verde	2.5	3	3	Fuera de servicio
Boya No. 3 Canal principal	Destellante	---	20	Verde	2.5	3	3	Fuera de servicio
Boya No. 2 Canal principal	Destellante	---	20	Rojo	2.5	3	3	Fuera de servicio
Boya No. 4 Canal principal	Destellante	---	20	Rojo	2.5	3	3	Fuera de servicio
Baliza No. 1 en Muelle de Pesca 3 Muelle No 3	Destellante	2	30	Rojo	3.81	9	9	Fibra de vidrio y concreto
Baliza No. 2 en Muelle de Pesca 3 Muelle No 3	Destellante	2	30	Verde	3.81	9	9	Fibra de vidrio y concreto

Fuente: Infoport (2000).



Áreas de almacenamiento

Nombre	Patio Fiscal	Cobertizo	Bodega de Tránsito
Año de construcción	1975	1975	1975
Dimensiones	150 x 149 m	63 x 10 m	84 x 30 m
Estructura	Concreto hidráulico	Acero, lámina metálica y concreto hidráulico	Concreto armado, lámina y concreto hidráulico
Entidad que lo opera	API	API	CEMEX a partir de 1999
Área total	2,2350 m ²	630 m ²	2,520 m ²
Área útil	1,3410 m ²	441 m ²	1,764 m ²
Capacidad	3 ton/m ²	4 ton/m ²	3 ton/m ²
Uso	Maniobras	Almacenaje	Almacenaje de cemento
Servicios	Agua, servicio contra incendio	Agua	Agua, energía eléctrica y alumbrado

Fuente: Infoport (2000).

Edificios

Nombre	Año de construcción	Prop.	Niveles	Área total	Estructura	Propietario, administrador o usuario principal	Uso
Edificio Operativo (API)	1974	—	2	576.40 m ²	Acero, concreto, tabique	API	Oficinas API
Capitanía de puerto	1975	F	1		Acero concreto, blocs	Federal	Capitanía de puerto

Fuente: Infoport (2000).

Dragado

Al finalizar el año 2000 el canal de acceso contaba con una profundidad mínima de 8 metros y una plantilla de 60 metros, entretanto el de pesca se mantuvo en condiciones de operabilidad después de su reapertura a la navegación en el mes de febrero. La Armada de México mediante la draga "Altata" ha trabajado en el mantenimiento del canal de pesca, por su parte la draga "Bahía Kino" tuvo una operabilidad del 18 por ciento en horas efectivas de trabajo (Infoport, 2000).

Mantenimiento a instalaciones

Con apoyo de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte se realizó la primera etapa de los trabajos de protección playera en la zona poniente de este puerto, con una inversión de 13.5 millones de pesos y un avance de 250 metros. De la misma forma, se colocaron 5,000 metros de enmallado perimetral en terrenos portuarios con un costo de 1.5 millones de pesos (Infoport, 2000).



Mantenimiento menor

En el transcurso del año 2000 se llevaron a cabo diversos trabajos de mantenimiento en la terminal de usos múltiples, igualmente CEMEX mejoro el aspecto de la bodega (Infoport, 2000).

Oportunidades de inversión

Permisos y concesiones

La empresa "Lubricantes y Combustibles Marinos" cuenta con un contrato de cesión para la construcción y explotación de una instalación portuaria para el suministro de combustibles y lubricantes, con vigencia de 15 años y una inversión total de 6.8 millones de pesos. Fue franquiciada por PEMEX y es actualmente la más moderna del país, siendo inaugurada el 1° de junio del año 2000 (Infoport, 2000).

Con la empresa "Distribuidora de Mariscos del Sur" y con los señores Javier Ancheyta Clemente, José Aníbal Reyes Martínez, Leonila García López, Francisca García Muñoz, Gabriel Guadalupe Aguilar Rodríguez y Heberto Molina Matuz, se firmaron siete contratos de prestación de servicios para reparación y avituallamiento de embarcaciones pesqueras con vigencia de un año; de esta manera, al 31 de diciembre del año 2000 se contó con tres contratos de cesión parcial de derechos y doce de prestación de servicios (Infoport, 2000).

Contratos de sesión parcial

Empresa	Vigencia	Giro
Cementos Mexicanos S. A. de C. V.	20 años	Terminal especializada en manejo de cemento
Suministradora de Combustibles y Lubricantes de Puerto Madero, S. A. de C. V.	20 años	Terminal para suministro de combustibles
Lubricantes y Combustibles Marinos, S. A. de C. V.	15 años	Terminal para suministro de combustibles (Franquicia de PEMEX)

Fuente: Infoport (2000).

**Contratos de prestación de servicios**

Empresa	Vigencia	Giro
Congeladora y Exportadora de Mariscos Ochoa's, S. A.	10 años	Reparación de embarcaciones (varadero)
San Benito del Pacífico Sur S. A. de C. V.	5 años	Prestación de maniobras portuarias en muelles pesqueros
Comercializadora del Tacaná, S. A. de C. V.	1 año	Avituallamiento de buques (hielo)
C. Javier Fernández Torres	1 año	Avituallamiento de buques (combustible)
C. Ildefonso Edmundo Navarro Reyes	1 año	Avituallamiento de buques (combustible)
C. Javier Ancheyta Clemente	1 año	Reparación menor de barcos
C. José Anibal Reyes Martínez	1 año	Reparación menor de barcos
Distribuidora de Mariscos del Sur, S. A. de C. V.	1 año	Reparación menor de barcos
C. Leonila García López	1 año	Servicio de avituallamiento
C. Francisca García Muñoz	1 año	Reparación menor de barcos
Gabriel Guadalupe Aguilar Rodríguez	1 año	Avituallamiento de buques (hielo)
Heberto Molina Matuz	1 año	Servicio de avituallamiento

Fuente: Infoport (2000).

Estadísticas pesqueras y comerciales

Al 31 de diciembre del año 2000 arribaron al puerto seis barcos comerciales con 35,500 toneladas de cemento, así como dieciocho embarcaciones atuneras con un total de 8,000 toneladas, habiendo un incremento del 38 por ciento respecto al año anterior, ya que en 1999 sólo se recibieron trece barcos, esto se debió a la modernización de la planta procesadora de atún ubicada en el puerto (Infoport, 2000).

Igualmente, el movimiento de la flota camaronera en el año 2000 fue mayor al del año anterior, habiéndose recibido 383 embarcaciones, con ello hubo un incremento del 15 por ciento. En lo referente a barcos atuneros, arribaron al puerto 18, mientras que en 1999 solo ingresaron 13 barcos, es decir, un 38 por ciento más como resultado de la modernización de la planta procesadora de atún ubicada en el puerto (Infoport, 2000).

En términos generales, el valor de los productos ascendió a 182.3 millones de pesos en el año 2000, teniendo un decremento del 9 por ciento respecto al año anterior debido principalmente a la baja en la captura de tiburón y camarón de exportación (Infoport, 2000).



Movimiento pesquero 1999-2000

Producto	Volumen (toneladas)			Valor estimado (millones de pesos)		
	1999	2000	%	1999	2000	%
Tiburón	1,595.2	1,529	-4	27.5	15.8	-43
Atún	6,215.2	8,000	+29	70.5	65.1	-8
Escama	701.8	1,759	+150	9.4	11.2	+19
Camarón nacional	266.6	193	-28	14.1	18.4	+30
Camarón exportación	438	299	-32	78.5	71.8	-9
Total	9,216.8	11,780	+28	200	182.3	-9

Fuente: Infoport (2000).

Embarcaciones de recreo

En el año 2000 arribaron 112 yates, registrándose un 37 por ciento menos que en 1999, esto se debió en parte a la influencia de los huracanes en esta zona (Infoport, 2000).

Embarcaciones navales

La Armada de México uso el puerto en forma regular y se permitió el atraque de sus embarcaciones en el muelle de la TUM durante el primer trimestre del año 2000 (Infoport, 2000).