



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

TESIS CON FALLA LE ORIGEN

BIOLOGIA Y PESQUERIA DEL TIBURON MARTILLO, Sphyrna lewini (GRIFFITH Y SMITH, 1834) DE LAS AGUAS COSTERAS DEL GOLFO DE MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
JORGE ZARATE RUSTRIAN

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. JOSE LEONARDO CASTILLO GENIZ



FACULTAD DE CIENCIAS UNAM MEXICO, D.F.



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR



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.



GOBIERNO FEDERAL  
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

**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) de las aguas costeras del Golfo de  
México"

realizado por Zárate Rustrián Jorge

con número de cuenta 9216154-4, quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

M. en C. José Leonardo Castillo Géniz

Propietario

Biol. Sandra Rita Soriano Velásquez

Propietario

M. en C. María del Pilar Torres García

Suplente

M. en C. Donaldó Egberto Acal Sánchez

Suplente

Biol. Rocío Piña Espallargas

FACULTAD DE CIENCIAS  
U. N. A. M.

Consejo Departamental de Biología



Dra. Patricia Ramos Morán DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGIA

**La gratitud solo es genuina cuando se demuestra en actitudes. 102-5**

**Cuanto más se carga la espiga de arroz más se inclina. Pobre aquél cuyo vil ego,  
emerge como un cuerno en su corazón. 109-1**

**Sunao quiere decir corresponder a la Voluntad de Dios Su. Es la verdadera imagen de  
quien vive “propagando la Verdad Divina” y “practicando la verdad”. 98-1**

## **CREDITOS**

El presente estudio se llevó a cabo como parte del Proyecto de Investigación Científica titulado "Evaluación de la Pesquería de Tiburón del Golfo de México", realizado por el Programa Tiburón de la Dirección de Pesquerías del Instituto Nacional de la Pesca (INP) durante el periodo 1993-1996, el cual fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), mediante el contrato 116002-5-14134N-9206.

Agradezco a todas las personas que participaron en los muestreos de campo, pescadores, permisionarios, patronos y compradores en las diversas localidades del Golfo de México, así como aquellas que apoyaron en las labores logísticas y administrativas del proyecto antes mencionado.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios Su por el permiso de terminar mis estudios profesionales, siendo este un paso mas para seguir sirviendo en el Plan Divino.

Oro humildemente me permita serle útil a través de la biología a su Voluntad recordando siempre la Sagrada Misión.

Agradezco especialmente a Beatriz Rustrián † y Jorge Zárate mis padres que me enseñaron a lograr mis sueños con gusto, calidad y de una forma correcta. Siempre les estaré agradecidos por todo lo que me han dado y enseñado. Soy afortunado de tenerlos como padres. Gracias.

A mi hermano Daniel porque con tu ejemplo, tu manera de ser y de hacer las cosas buscando siempre lo mejor, me has enseñado a hacer las mías de la misma manera.

A mis abuelos que siempre serán un ejemplo digno a seguir.

A mis tíos y primos por la paciencia y el apoyo en todos los aspectos que me han ofrecido.

Graciela Herrera gracias por no dejarme y seguir adelante con mi carrera y que en muchas ocasiones sentí como mi mamá hablaba a través de ti dándome las palabras correctas y necesarias para continuar.

Luz María Hernández te agradezco de todo corazón porque me has brindado una amistad muy grande y un apoyo en todos los sentidos así como depositar en mí la confianza para titularme.

A mi director de tesis M. en C. Leonardo Castillo que me diste la oportunidad de conocer más a fondo los tiburones, por demostrarme que las cosas se hacen bien poniendo el corazón para concluir las. Algo para mí muy valioso, que no solo fuiste mi maestro y mi director sino que eres un gran amigo. Me esforzaré para hacer la maestría. "Cachito, no nos echaste a perder".

Biol. Sandra Soriano gracias porque aceptaste a este estudiante "latoso" y lo apoyaste hasta terminar este trabajo y no sólo fue eso, muchas veces me escuchaste cuando lo necesitaba y siempre te diste un tiempo para darme un consejo. Gracias por la amistad y confianza que me das siempre.

M. en C. Pilar Torres aunque hace poco tuve el placer de conocerla, gracias por aceptar participar como mi sinodal y darme un tiempo para revisar mi trabajo. Aprendí muchas cosas de usted.

Biol.. Rocío Piña por todos los comentarios y aportaciones que le diste a este trabajo para que quedara bien acomodado y presentable, así como aceptar ser mi asesora en el presente. Gracias porque siempre estuviste disponible para ayudarme.

M. en C. Donaldo Acal, gracias por tus comentarios y por participar como mi sinodal.

A investigadores del INP Cecilia Ramírez, Ignacio Fernández, Francisco Páez, Edith Zárate, Georgina Ramírez, Francisco García "Panchito" compañeros y amigos del Instituto que me ofrecieron apoyo en todo momento. Gracias.

América Díaz gracias por presentarme con personas que me ayudaron a imprimir mi tesis y por los consejos y pláticas largas así como tus palabras de aliento de No te desespere.

Sandra Ramos, Gerardo García y Rodrigo Cid del área de informática del INP por el apoyo y amistad que me brindaron. Gracias.

Rene Flores mi mejor amigo y a toda su familia gracias por apoyarme y brindarme su confianza.

Mariana Sánchez y a su familia les agradezco de corazón por el apoyo, confianza y amistad sicera que me han dado desde que los conocí. Mariana gracias por todo lo que hemos pasado juntos y por aceptarme tal como soy. Gracias corazón. Cuenta conmigo siempre.

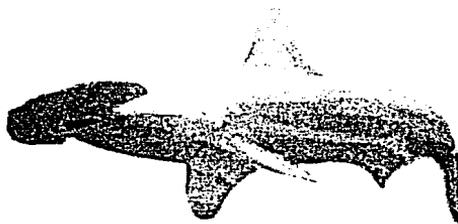
Shaday Aranda gracias por tu apoyo y confianza.

Y a todos las personas y kumites que me preguntaban ¿y tu tesis?. Ahora les diré, aquí está.

A todos ustedes que me faltan porque necesitaría otro libro para mencionarlos.

MUCHAS GRACIAS.

**BIOLOGÍA Y PESQUERÍA DEL TIBURÓN MARTILLO,  
*Sphyrna lewini* (GRIFFITH Y SMITH, 1834) DE LAS AGUAS  
COSTERAS DEL GOLFO DE MÉXICO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
BIOLOGIA**

**JORGE ZARATE RUSTRIAN**

**DIRECTOR DE TESIS  
M. EN C. JOSE LEONARDO CASTILLO GÉNIZ**

**MÉXICO, D.F. 2002**

## INDICE

### RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	4
Biología y pesquería de <i>Sphyrna lewini</i>	7
Descripción de la especie	10
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVOS	16
5. METODOLOGÍA	17
Trabajo de campo	19
6. ZONA DE ESTUDIO	25
Ubicación de los campamentos de pesca	30
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
Composición de las Capturas	33
Estructura de Tallas	37
Relaciones Morfométricas	39
Longitud Total / Peso Entero	41
Aspectos Reproductivos	43
Aspectos Pesqueros	47
Captura por Unidad de Esfuerzo	52

**8. CONCLUSIONES** 56

**Recomendaciones** 57

**9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA** 59

**ANEXO I**

**ANEXO II**

## RESUMEN

La pesca de tiburón en el Golfo de México comprende la captura de un ensamble de diversas especies, de éstas, el tiburón martillo *Sphyrna lewini* ocupó el cuarto lugar en número de organismos capturados. A pesar de ser una especie de gran importancia dentro de la pesca artesanal, los aspectos biológicos y pesqueros de este tiburón son poco conocidos. Por tal motivo, el presente trabajo amplía el conocimiento de la biología y la pesquería de esta especie proporcionando resultados relacionados con la estructura de la población, la proporción de sexos, composición de tallas, relaciones morfométricas, relación de longitud total / peso entero, aspectos reproductivos, aspectos pesqueros y captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Se analiza la información biológico pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* que se colectó en el periodo de noviembre de 1993 a diciembre de 1994 proveniente de la pesca artesanal en aguas costeras del Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Yucatán en 12 campamentos pesqueros.

La caracterización de la pesca artesanal de tiburones en aguas costeras del Golfo de México la llevó a cabo el Instituto Nacional de la Pesca, con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Se presenta la composición mensual de tallas y sexos de las capturas por estados, durante el periodo de muestreo, determinándose la variación estacional en la abundancia de la especie. Se registraron 2408 organismos de *Sphyrna lewini*, siendo 1224 hembras y 1184 machos, con una proporción de sexos de 1 : 0.96.

En cuanto a las relaciones morfométricas se describe la relación entre la longitud total (LT) contra la longitud furcal (LF) y longitud precaudal (LPC) obteniéndose para LT / LF un grado de asociación de 0.98 para las hembras, 0.99 en machos y 0.98 en sexos combinados y para la LT / LP 0.98 en machos, 0.99 en hembras y 0.98 para sexos combinados, así como la correlación de la longitud total y peso entero teniendo un coeficiente de determinación de 0.972 para machos, 0.958 para hembras y 0.973 para sexos combinados, presentándose el modelo que describe la relación.

La talla mínima de madurez sexual para hembras observada fue de 220 cm de LT y para los machos la talla de primera madurez estimada fue de 161 cm de LT. El periodo de gestación se calcula entre 10 y 12 meses.

La flota pesquera artesanal utilizada para las capturas de *S. lewini* está compuesta por embarcaciones pequeñas tipo "A" o panga y el arte de pesca por redes y anzuelos de diferentes medidas.

En Tamaulipas el número de viajes fue de 4 en mayo y 30 en julio con un promedio de 2.5 y 13.73 tiburones respectivamente y un promedio de  $5.93 \pm 0.112$  tiburones capturados por viaje anual. En Veracruz el número de viajes fue de 67 en diciembre y 3 en agosto con un promedio de 1.87 y 1 respectivamente. Anualmente se registró una captura promedio de  $1.52 \pm 1.52$  tiburones capturados por viaje. Tabasco osciló entre 3 en diciembre y 207 en agosto viajes con un promedio de 1.66 y 3.78 tiburones. La captura promedio que se obtuvo en este estado fue un total anual de  $2.43 \pm 0.025$  tiburones capturados por viaje. En Campeche el número de viajes se encuentra entre 3 en diciembre y 207 en agosto con un promedio de  $1.66 \pm 3.78$ . El promedio anual que se registró de tiburones capturados por viaje fue de  $2.29 \pm 0.027$ .



## 1. INTRODUCCIÓN

Los tiburones que han habitado los mares por más de 400 millones de años, han sido uno de los grupos de animales más exitosos que existen actualmente en el mundo. Se les encuentra en todos los océanos y mares, además de que son parte importante de la cadena trófica del ecosistema marino. La gran mayoría son depredadores oportunistas que ocupan los niveles superiores de las cadenas de alimentación, actuando como denso-reguladores de poblaciones de peces, crustáceos, cefalópodos e incluso mamíferos marinos (Castillo-Géniz, 1989).

Tiburones, rayas y quimeras (peces elefante o rata), son peces de esqueleto constituido por cartilago, denominándose peces cartilaginosos y se clasifican en la clase de los Chondrichthyes, los cuales poseen de 5 a 7 aberturas branquiales independientes a cada lado de la cabeza y escamas tipo placoide que cubren todo el cuerpo. El esqueleto de un tiburón está fortalecido por depósitos de minerales en áreas sujetas a tensión especial como las mandíbulas y vértebras. El cartilago es un tejido que le proporciona a los tiburones las siguientes ventajas: es más ligero que el hueso, lo que le permite junto con su forma corporal un nado e impulso mayor; es un material relativamente flexible y da fuerza tensora al ir nadando y a ciertos movimientos, la estructura del esqueleto y las aletas están detalladamente articuladas. Al contrario de los peces óseos, los tiburones están desprovistos de una vejiga natatoria y deben mantenerse en movimiento para no descender a grandes profundidades, de este modo presentan una flotabilidad negativa, a pesar de poseer un hígado grande, rico en aceite.

Los factores que han intervenido al éxito evolutivo de los peces cartilaginosos son varios, pero el que más resalta es el desarrollo eficiente de estrategias reproductivas, incluyendo la fertilización interna, nutrición por parte de la hembra a los embriones y el hecho de que las crías nacen completamente desarrolladas para valerse por sí mismas en el ecosistema marino. En cuanto a la reproducción, aproximadamente el 40% de las especies de tiburón son ovíparos y el 60% vivíparos, y pueden ser vivíparos placentarios o aplacentarios (Pratt y Castro, 1991).

A escala mundial existen 375 especies de tiburones distribuidos en 8 órdenes, 30 familias y 100 géneros (Compagno, 1999), de las cuales en aguas mexicanas se han reportado alrededor de 100 especies (Compagno, 1984); de éstas, aproximadamente 40 son de importancia comercial y se



capturan en litorales del Pacífico y Golfo de México, representando un importante recurso pesquero (Castillo-Géniz, 1992).

La característica pesquera más sobresaliente de los tiburones, es que todas las partes de su cuerpo son aprovechables:

**Aletas.**- Se encuentran entre los productos pesqueros más caros del mundo pues generan las mayores ganancias a los pescadores y son las partes del animal que menos proceso requieren, se utilizan para la elaboración de la sopa de aleta de tiburón, (Villavicencio, 1996), en el mercado asiático aumenta su demanda año tras año (Secretaría de Pesca, 1994).

**La Piel.**- Se utiliza para la elaboración de artículos como carteras, cinturones, bolsos, entre otros y también como material abrasivo o como lija (Bonfil, *et al.*, 1988; Castillo-Géniz, 1992 op. cit.).

**La Carne.**- Se consume de diversas maneras: fresca en filetes, congelada, seca-salada, siendo la de mejor calidad y sabor la de los tiburones pequeños y cazones (Bonfil, *et al.*, 1988 op. cit; Castillo-Géniz, 1992 op. cit.). El principal centro de acopio del producto es en la Ciudad de México, "La Nueva Central de Abastos y Mariscos", en donde se concentra la mayor parte de la producción del país.

**El Hígado.**- Se aprovecha para extraer aceite a partir del cual se obtiene vitamina "A", además de la vitamina "K" y "E" y el escualeno de tiburones de profundidad para la elaboración de cosméticos e incluso para la elaboración de lubricantes para maquinarias finas y de alta tecnología (Last y Stevens, 1994).

**Mandíbulas y dientes.**- son vendidos como artesanías locales llegando a alcanzar valores altos en el mercado (Compagno, 1990; Castillo-Géniz, 1992 op. cit.).

Así mismo los tiburones representan un recurso importante para las ciencias biomédicas por ser fuente de sustancias medicinales y excelentes animales de laboratorio. Del plasma de los tiburones se han obtenido elementos anticoagulantes que están siendo utilizados en la elaboración de fármacos experimentales para el tratamiento de diversas enfermedades cardiovasculares.



Las córneas de los tiburones han funcionado como sustituto de córneas humanas, debido a su resistencia física a factores externos. Las vértebras se emplean para la elaboración de píldoras para el tratamiento del cáncer y de la artritis. Los restos del cuerpo como la cabeza, aletas, vértebras y vísceras se utilizan para elaborar fertilizantes y harina de pescado para alimento avícola por el alto contenido orgánico (Aplegate *et al.*, 1979; Castillo-Géniz, 1992 op. cit.).

A pesar de las grandes expectativas que los tiburones han representado a través del tiempo para su explotación comercial, presentan problemas críticos como el desconocimiento de la abundancia y la distribución de sus poblaciones, han traído como consecuencia un mal aprovechamiento, así como una sobreexplotación del recurso lo que ha disminuido de manera considerable algunas poblaciones en diferentes partes del mundo, principalmente en países industrializados.

Entre las especies de tiburones de importancia comercial se encuentra el tiburón martillo *Sphyrna lewini*, una especie de aguas estuarinas y marinas costeras así como semioceánicas. Presenta características únicas que la hace fácilmente reconocible, como la forma de martillo, de la región cefálica, originada por las expansiones prominentes de su cabeza, anchas transversalmente y angostas en sentido antero-posterior, además de su cuerpo alargado y comprimido lateralmente. Llegan a alcanzar una talla de hasta 4 m de longitud total pero normalmente la talla promedio es de 3.6 m. Es una especie vivípara y el número de embriones llega a ser hasta de 30 por camada. Tienen una dieta alimenticia muy amplia pues se alimentan entre otras cosas de moluscos, langostas, peces óseos y cartilagosos.

De las 7 especies de tiburones martillo (*Sphyrna corona*, *S. lewini*, *S. media*, *S. mokarran*, *S. tiburo*, *S. tudes* y *S. zygaena*), este es el más común de los tiburones martillo en los trópicos y es muy abundante, disponible en las pequeñas pesquerías comerciales cerca de la orilla así como costanero. Las artes de pesca empleadas para capturarlos son las líneas, palangres y cimbras de fondo fijo para la pesca de organismos adultos, mientras que los juveniles son fácilmente capturados con redes de enmalle.



## 2. ANTECEDENTES

Los tiburones han sido un recurso tradicional de gran importancia comercial para México, la explotación del recurso tiburón se remonta a los Aztecas y Olmecas, dos de las más importantes culturas prehispánicas en México quienes, de acuerdo con Applegate, (1979), los pescaban y podían distinguir las distintas especies de tiburones que habitan las aguas del Golfo de México.

El primer registro de pesquería de tiburones en México, proviene del periodo entre 1890 y 1900, cuando se realizó la primera exportación de aletas de tiburón a los mercados de Asia desde La Paz Baja California Sur, en el Océano Pacífico (Hernández, 1971). Para junio de 1939 se efectuó la primera exportación de hígados de tiburón del Puerto de Guaymas, Sonora a la ciudad de los Ángeles, California, E.U.A. Sin embargo, es hasta finales del siglo pasado, cuando la industria pesquera de tiburón inicia como tal, desarrollándose esta actividad principalmente en el litoral del Pacífico mexicano.

En 1942, en la zona del Noroeste de México, se obtuvieron 1,087 toneladas de hígado de tiburón que se exportaron directamente a los E.U.A. y que representaron el 81% de la producción nacional. Según Hernández (1971) a partir de esa demanda de hígados, originada fundamentalmente para obtener fuentes de vitamina "A" durante la Segunda Guerra Mundial, varios industriales mexicanos establecieron las primeras plantas procesadoras de tiburón en el Pacífico Mexicano (Guaymas, Sonora; Mazatlán, Sinaloa, San Blas, Nayarit y Guadalajara, Jalisco).

En esa época, la pesca de este recurso, llegó a su máximo auge en México, sin embargo, en 1949 al iniciarse la fabricación sintética de la vitamina "A", a menores costos, se produjo una disminución considerable en los volúmenes de captura debido al desplome del mercado internacional de dicha vitamina natural. La producción nacional de tiburón, nuevamente volvió a sus niveles mínimos (no mayor a las 1,000 toneladas) que era aprovechada localmente para consumo humano.

Históricamente el litoral del Pacífico ha generado los mayores volúmenes de captura para el país y durante los años cuarenta la captura de tiburón en esta región tuvo un desarrollo mayor debido a su demanda y comercialización. En esta misma década se establece el empleo de las categorías de cazón y tiburón para fines estadísticos, la primera corresponde a organismos menores



a ciento cincuenta centímetros de longitud total y con un peso total no mayor a cinco kilos, mientras la segunda rebasa los valores antes mencionados. 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-Géniz, 1992 op. cit.; Castillo-Géniz y Márquez, 1993).

Al iniciar la década de los años sesenta, nuevamente se incrementó la captura de tiburón por la elevada demanda mundial de algunos de sus productos como aletas y piel, lo cual se consolidó al extenderse el consumo doméstico de carne en estado fresco y seco salado. En esta década los volúmenes de producción se incrementaron en casi 15,000 toneladas (Castillo-Géniz y Márquez, 1993 op. cit.).

Para 1981, la pesquería alcanza su primera captura record histórica, a nivel nacional, con 36,290 toneladas. Durante esta década las capturas anuales de tiburón y cazón promediaron las 28,000 toneladas. Como consecuencia de la carencia de un registro estadístico de captura por especie o por grupos de especie, no se conocieron cuál o cuáles aportaron los mayores volúmenes de captura. Por lo que, desde 1981 el Programa Tiburón del Instituto Nacional de la Pesca (INP) ha llevado a cabo un seguimiento continuo de la actividad pesquera iniciando estudios en la Sonda de Campeche y aguas costeras de Yucatán. A partir de 1993, el INP recomendó a la Secretaría de Pesca, ahora Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), no incrementar el número de permisos hasta no contar con una información relacionada con el tamaño de la (s) población (es) de las especies de interés, en su medio natural. (Castillo, 1992 op. cit.).

De acuerdo con los anales del INP, en 1990 se registró la captura mas alta de tiburón y cazón de toda la historia de la pesquería al llegar a 36,737 toneladas. El 80% provino de las operaciones de pesca de la flota ribereña artesanal escamera y tiburonera de ambos litorales.

Para 1999 la pesca de tiburón y cazón a nivel nacional, representó el 2.03 % de la producción pesquera total y de acuerdo a las estadísticas mundiales en 1998, nuestro país ocupó el décimo lugar en volumen de capturas, de acuerdo al Anuario Estadístico de Pesca publicado en el año 2000, Tabla 1 (SEMARNAP, 2000).



**Tabla 1: Captura mundial de tiburón y cazón en peso vivo para los principales países productores, 1988-1998 (miles de toneladas)**

Pais	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Total <sup>1/</sup>	693	676	694	715	729	742	757	758	809	808	800
INDONESIA	64	75	73	77	80	87	93	98	95	93	93
ESPAÑA	17	21	14	15	10	12	21	23	19	97	90
INDIA	73	66	51	56	60	77	84	77	132	72	65
PAKISTAN	30	28	40	45	46	46	50	50	51	48	54
E.U.A.	17	20	35	36	54	38	38	38	52	40	45
TAIWÁN	44	55	76	69	65	56	39	44	41	40	40
JAPÓN	29	34	32	33	38	39	34	31	24	29	34
ARGENTINA	0	17	17	18	19	19	24	25	30	29	34
SRI LANKA	17	17	15	18	18	29	34	28	28	20	31
MÉXICO	32	30	37	31	35	36	35	33	33	24	24
MALASIA	12	14	17	17	21	21	21	24	24	25	24
FRANCIA	34	27	26	26	25	23	22	22	22	23	22

<sup>1/</sup> Captura de tiburón, cazón, rayas y quimeras, peces guitarra y otros escualos en peso vivo.  
Fuente: F.A.O. Anuario Estadístico de Pesca, 1998, Vol. 86/1. Capturas.

El recurso tiburón en nuestro país constituye primordialmente una pesquería artesanal ribereña multispecífica, la cual opera de acuerdo a la disponibilidad estacional del recurso (Castillo, 1992 op. cit.). En la Tabla 2 se indica el valor en toneladas de la captura de tiburón a nivel nacional.

**Tabla 2: Serie histórica de la producción de tiburón y cazón en peso vivo por Entidad Federativa, 1990-2000 (Toneladas)**

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Tamaulipas	3,231	2,307	4,582	3,539	3,082	2,659	2,692	1,104	1,462	1,221	1,370
Veracruz	444	173	336	367	308	305	327	173	226	373	276
Tabasco	1,047	1,097	1,181	907	940	779	848	479	557	607	571
Campeche	3,018	1,705	2,535	2,648	2,772	2,792	2,818	1,522	2,210	1,666	1,657
Yucatán	3,077	3,431	2,985	3,245	3,984	2,885	3,491	4,120	2,491	2,150	2,184
Q. Roo	2,984	1,591	2,417	2,430	2,114	2,118	2,407	1,381	1,498	2,004	1,419
Total	13,801	10,340	14,036	13,136	12,200	11,600	12,583	8,779	8,444	8,021	7,477

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, 2000.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



De la captura total nacional anual de tiburón, alrededor del 80% proviene de las operaciones de pesca de embarcaciones menores tipo panga de una tonelada de capacidad y el resto, de las embarcaciones escameras y palangreros de 10 y 20 toneladas de capacidad respectivamente, las cuales operan en el Pacífico oriental; más del 90% de esta producción es destinada para consumo humano directo, en diferentes presentaciones (Castillo-Géniz y Márquez, 1993 op. cit.). 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 (Castillo-Géniz, 1992 op. cit.).

En México existe una importante pesquería artesanal en las costas del Pacífico y en el Golfo de México (Bonfil *et al.*, 1990; Bonfil, 1997; Castillo-Géniz *et al.*, 1998), sin embargo, han sido pocos los trabajos publicados con relación a la actividad biológico pesquera de elasmobranquios y en particular de tiburón en años recientes, entre los que se pueden citar los de Castillo-Géniz (1989, 1990, 1991), quien mostró una reseña de la pesca de tiburón, la problemática existente y las futuras líneas de investigación a seguir en esta actividad.

En los sesentas comienzan a elaborarse manuales de identificación de ciertas especies de tiburones de importancia comercial. Destacan los trabajos de Castro-Aguirre en (1967), Hernández-Carvallo (1971 op. cit.), Aplegate *et al.* (1979 op. cit.). Además de trabajos relacionados con los equipos de pesca, descripciones generales de biología, taxonomía, distribución y abundancia de estos organismos, listados sistemáticos, entre otros.

Muchos son los investigadores que coinciden en señalar a las familias Carcharhinidae y Sphyrnidae como las más representativas en las capturas realizadas en el Pacífico y en el Golfo de México. (Aplegate, *et al.* 1979 op. cit.; Castillo-Géniz, op. cit. 1992; Marín, 1992; Zavala, 1993 y Rodríguez de la Cruz, *et al.* 1996).

#### **Biología y pesquería de *Sphyrna lewini*.**

Los estudios realizados referentes a la biología de las diferentes especies de tiburones, en especial las que habitan en aguas de nuestro país, son escasos, así como los relacionados con aspectos pesqueros, siendo hasta las últimas tres décadas cuando se ha comenzado a impulsar y reconocer la importancia de este recurso.



Dentro de las investigaciones realizadas en el ámbito internacional sobre el tiburón martillo *Sphyrna lewini* se encuentran los estudios de Clarke (1971) y Holland, (1993) relacionados con migraciones o movimientos que esta especie realiza en la bahía de Kaneohe, Oahu, Hawai.

Por su parte Schwartz (1983) y Chen *et al.* (1990), llevaron a cabo investigaciones acerca de la edad y crecimiento del tiburón martillo, basándose en el conteo de anillos de las vértebras en Carolina del Norte y al Noroeste de Taiwán respectivamente.

Castro (1983 op. cit.) y Compagno (1984 op. cit.) describen en su libro y catálogo de tiburones respectivamente, las características diagnósticas de *Sphyrna lewini*, su similitud con otras especies, distribución geográfica mundial, hábitat, conducta e información sobre sus aspectos reproductivos, la relación con el hombre y la actividad pesquera.

Chen (1988), en Nan Fa Ao, Taiwán, en Fishery Bulletin 1988, en las costas del Norte de Taiwán; Stevens (1989), en el norte de Australia; Villatoro y Rivera (1994) en aguas del este de El Salvador y Del Rosario (1998), dentro de las Costas del Pacífico de Guatemala, realizaron estudios de la biología, biología reproductiva y pesquerías de *S. lewini*.

En México en la parte del Pacífico los trabajos relacionados a *Sphyrna lewini* son los siguientes:

Klimley *et al.*, (1988 y 1993), describió los patrones de movimiento, así como una descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en El Bajo Espíritu Santo, Golfo de California y al Sur del mismo Golfo, respectivamente.

Galván-Magaña *et al.*, (1989), analizaron la composición por sexo, abundancia relativa y hábitos alimenticios de la pesca de tiburón en Isla Cerralvo en el Golfo de California, ubicando a *Sphyrna lewini* como una de las especies que se captura con mayor frecuencia.

Saucedo (1992) en Mazatlán, Sinaloa; Vélez *et al.* (1995) en Manzanillo, Colima; Sierra, (1995) en Puerto Madero, Chiapas y Anislado-Tolentino (2000) en la costa michoacana, mencionan que, *Sphyrna lewini* es una de las especies con mayor abundancia dentro de las capturas comerciales.



Anislado (1995) y Andrade-González, (1996) determinaron de manera preliminar la edad y crecimiento de *Sphyrna lewini*, empleando la lectura de anillos en vértebras de tiburones de las costas de Michoacán y de Colima, respectivamente.

En el Golfo de México los estudios de investigación en relación a *Sphyrna lewini* han sido muy escasos, sobresaliendo los siguientes:

Branstetter (1987) a lo largo de todo el Golfo de México, llevó a cabo investigaciones acerca de la edad, crecimiento y biología reproductiva de *Sphyrna lewini* que es comúnmente capturado en este litoral.

Galván-Magaña *et al.* (1989 op. cit.) en Veracruz y Tabasco; Uribe (1992 y 1993) en Campeche; Rusell (1997) y Bonfil *et al.* (1997 op. cit.) en el Sudeste de Yucatán, realizaron análisis de los desembarques de tiburón, cruceros de investigación y colecta de material biológico.

Bonfil *et al.* (1988), realizaron una revisión general de las poblaciones de tiburones de las costas de Yucatán, a través de la identificación de las especies y la determinación de las relaciones morfométricas, ciclos de vida y distribución geográfica.

Bonfil (1990 y 1997) op. cit., en Yucatán; Bonfil *et al.* (1997) en el sudeste de Yucatán; Pérez-Jiménez y Venegas-Herrera (1997), y Rusell (1997 op. cit.) a lo largo del Golfo de México, determinaron las especies presentes en las capturas comerciales y la estructura poblacional de *Sphyrna lewini* indicando que esta especie es de abundancia media en el Golfo de México.

Applegate y colaboradores (1993 op. cit.) mencionaron que de las 85 especies de tiburón capturadas mas frecuentemente en las aguas mexicanas, tanto en el Pacífico como en el Atlántico, 56 se presentan en el Golfo de México, siendo consideradas de importancia económica 30 de ellas. Entre las especies que se pescan de manera extensiva se encuentran: el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*), el tiburón de ley (*C. falciformis*), el tiburón de hocico negro (*C. acronotus*), el tiburón aleta de cartón (*C. plumbeus*), el tiburón aleta prieta (*C. brevipinna*), el tiburón puntas negras (*C. limbatus*), el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvieri*), el cazón de ley (*Rhizoprionodon terraenovae*), el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), el tiburón cabeza de pala (*S. tiburo*), la cornuda prieta (*S. mokarran*), entre otros de menor o mayor importancia dependiendo de la zona.



### Descripción de la especie *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834)

Ubicación taxonómica según Compagno (1999).

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, 1988).
Familia	Sphyrnidae (Gill, 1872).
Género	<i>Sphyrna</i> (Rafinesque, 1810).
Especie	<i>S. lewini</i> (Griffith y Smith, 1834).

#### Diagnosis

Este tiburón es conocido como cornuda común, cornuda baya, cornuda barrosa ó tiburón cruz (Compagno, 1984, op. cit.; Torres, 1997; Anislado, 2000, op. cit.). En el extranjero se le conoce como scalloped hammerhead shark (inglés), requin-marteau halicome (francés), bogestrim-hammerhai (alemán), pesce stampella (italiano), aka-shumokuzame (japonés) (Anislado, 2000 op. cit.).

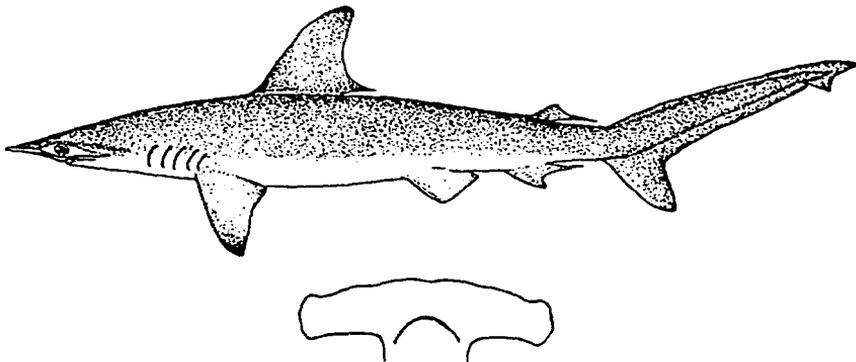
Su cuerpo es alargado y comprimido lateralmente, su cabeza deprimida presenta una expansión prebranquial en forma de martillo o hacha, muy ancha pero longitudinalmente corta, su anchura es del 24 al 30% de su longitud total, la distancia de la punta del morro a la inserción trasera del margen posterior de la expansión de la cabeza es menor a la mitad del ancho de la cabeza; el margen anterior de la cabeza en general es muy arqueado, su borde anterior forma un arco amplio en los juveniles y algo mas estrecho en los adultos con escotaduras prominentes media y laterales; el margen posterior de la cabeza es ancho; el ángulo lateral posterior y generalmente más ancho que el de la boca; los orificios nasales con surcos prenariales bien desarrollados



presentes anteromedial a los nostrilos; morro preoral aproximadamente de  $1/5$  a  $1/3$  del ancho de la cabeza; borde posterior de los ojos situado casi en línea transversal a través del extremo anterior de la boca; está ampliamente arqueada.

La primera aleta dorsal es alta, moderadamente falcada; con su origen sobre o detrás de la axila pectoral, el flap se extiende frente al origen de las aletas pélvicas. La segunda aleta dorsal pequeña, su altura es menos de  $1/4$  de la primera, su extremo posterior libre muy alargado con una concavidad poco profunda del margen posterior; su margen interno es largo, aproximadamente dos veces el tamaño de la aleta y finaliza casi opuesto al origen superior caudal.

Las aletas pectorales son cortas y anchas, aletas pélvicas no falcadas, con los márgenes posteriores rectos o ligeramente cóncavos. La aleta anal presenta una profunda depresión en su margen posterior, más grande que la segunda aleta dorsal y bastante larga, su base corresponde 4.3% al 6.4% de la longitud total; su origen está delante del origen de la segunda dorsal, su margen posterior superficialmente cóncavo o casi recto (Compagno, 1984a) (Fig. 1).



Vista ventral de la cabeza Fig. 1. Cornuda común *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834).

(Tomado de Compagno, 1984).



Los dientes son triangulares, profundamente escotados en la parte posterior, dientes anteriores moderadamente largos, cúspides sólidas a delgadas, lisos o finamente serrados, siendo similar en ambas mandíbulas, los dientes centrales son erectos y los subsecuentes con cúspides oblicuas, sin ser colapsados ni molariformes (Fig. 2). (Gilbert, 1967a; Castro, 1983 op. cit.; Compagno, 1984 op. cit.; Fischer *et al.*, 1995).

La fórmula dental según Gilbert (1967), y Castro, (1983 op. cit.) es la siguiente:

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

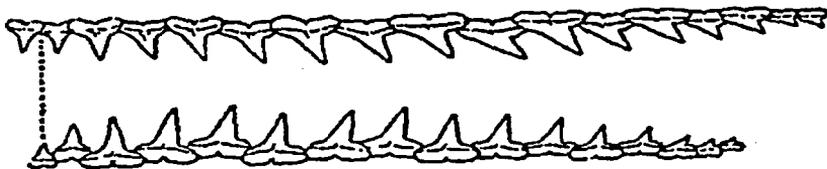


Fig. 2. Mandíbula superior e inferior de *Sphyrna tiburo* (Compagno, 1984).

El color del dorso es gris uniforme, gris-marrón o aceitunado, blanco amarillento en la región ventral y flancos oscurecidos; las puntas de las aletas pectorales y de las dorsales son negras. El total de vértebras de acuerdo con Gilbert (1967) es de 174 a 204 y según Compagno (1983) es de 174 a 209. La talla máxima que llegan a alcanzar está aproximadamente entre 360 y 420 cm LT (Gilbert, 1967; Castro, 1983; Compagno, 1984; Fischer *et al.*, 1995).

### Hábitos alimenticios

La cornuda común se alimenta de una gran variedad de peces y de invertebrados, especialmente cefalópodos. En su alimentación se incluyen las sardinas, arenques, anchoas, anguilas del congo, barbos, barracudas, macarela española, mojaras, damiselas, pez mariposa, pez cirujano, tiburones pequeños, tiburones arrecifales, tiburón ángel, calamares y serpientes marinas (Compagno, 1984).



### Distribución geográfica

Esta especie es cosmopolita de las costas cálidas y mares tropicales. Atlántico occidental: desde Nueva Jersey a Brasil, incluyendo el Golfo de México y Caribe. Atlántico oriental posiblemente desde el Mediterráneo y Senegal a Zaire. Pacífico indo-occidental: desde 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: desde California meridional y Golfo de California a Panamá, Ecuador y posiblemente el norte de Perú (Compagno, 1984) (Fig. 3).

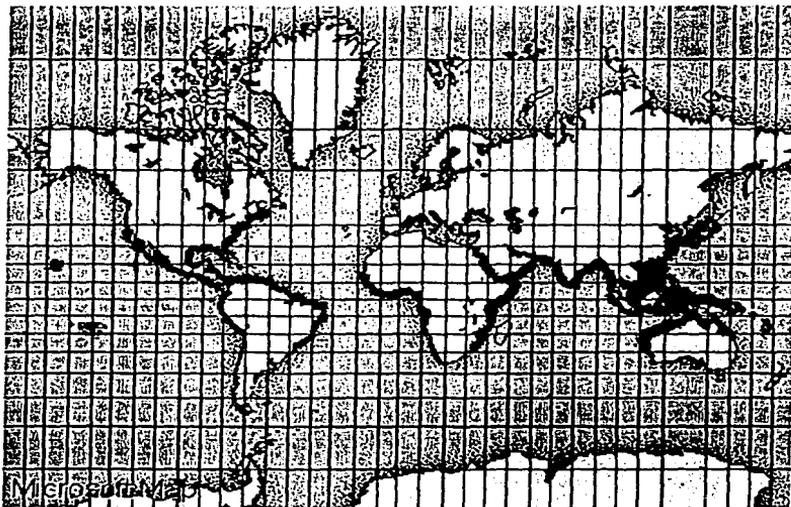


Fig. 3. Distribución geográfica mundial de *Sphyrna lewini*.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### Hábitat

Probablemente esta especie es la más abundante de los tiburones martillo, se considera como un tiburón pelágico-costero, 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 e incluso llegan a incursionar dentro de los ríos. Pueden encontrarse desde la superficie a profundidades cercanas a los 275-metros. Los tiburones neonatos generalmente se encuentran en aguas someras de las costas cerradas. Los organismos más grandes forman verdaderos cardúmenes (de 30 a 200 individuos) aunque suelen encontrarse organismos juveniles y adultos solitarios, además, hay lugares donde las poblaciones son migratorias y en otras son residentes (Compagno, 1984).

### Reproducción

Los individuos pertenecientes a la especie *Sphyrna lewini* son vivíparos, con una placenta de saco vitelino, el tiempo de gestación se estima que es entre 10 y 12 meses (Branstetter, 1987; Anislado, 1995 op. cit.). El número de crías por camada es de 15 a 31. El alumbramiento tiene periodos de dos a tres semanas a finales de la primavera, entre mayo y junio (Branstetter, 1981; Parsons, 1987). Éstas son paridas en zonas de crianza, zonas someras y protegidas, como bahías, ensenadas y bajos. (Castro, 1983; Compagno, 1984; Fischer, *et al.*, 1987). Las tallas reportadas para el nacimiento varían de 38 a 55 cm de longitud total (LT), en todos los océanos (Compagno, 1984, Fischer *et al.*, 1995). La variación en el tamaño de nacimiento de la cornuda común puede ocurrir si algunas crías desarrollan el gasto de otros compañeros de la camada (Branstetter, 1987). Castro (1983) y Compagno (1984), reportaron la madurez sexual para los machos entre los 140 y 180 cm LT, llegando a una talla hasta de 295 cm LT para las hembras se presenta aproximadamente entre los 180 y 212 cm LT, alcanzando hasta 309 cm LT.

### Movilidad

Esta especie tiene aparentemente gran movilidad y es considerada migratoria, forma grandes cardúmenes de pequeños individuos que se mueven hacia los polos en verano en ciertas áreas como en Natal, Sudáfrica (Compagno, 1984). Al este del mar de China, se cree que no migren y se piensa



que forman grandes poblaciones residentes. Hembras y machos adultos se segregan durante ciertas fases de su ciclo de vida.

Hacia el sur de Baja California, en el Golfo de California, existen cardúmenes de la cornuda común de sexos combinado en donde predominan hembras, organismos inmaduros menores a un metro, y adultos cercanos a los tres metros (Klimley y Nelson, 1984). Estos congregados se observan cercanos a la costa sobre las montañas marinas y cerca de las islas. Muchas hembras tienen aparentemente cicatrices de apareamiento, aunque una proporción pequeña de machos también las presentan.

Dentro de la pesca recreativa, esta especie se encuentra 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, 1995).

### 3. JUSTIFICACIÓN

Las características intrínsecas de los tiburones: lenta tasa de crecimiento, bajo potencial reproductivo, madurez sexual tardía y una relación directa reclutamiento stock, los hacen organismos vulnerables a intensos y prolongados esfuerzos de pesca.

Debido a lo anterior y al poco conocimiento que se tiene acerca de los tiburones y en especial a *Sphyrna lewini*, se realizó el presente trabajo para dar a conocer la situación actual de las poblaciones en México, su pesquería y vulnerabilidad ya que los resultados obtenidos a partir de la evaluación de las poblaciones y el desarrollo de investigación, proporcionarán las bases técnicas para una administración y manejo adecuado de la pesquería.

Dado que en el Golfo de México se lleva a cabo esta actividad desde tiempo atrás tornándose en cierto modo una tradición y considerada una fuente de alimento y entrada de divisas, es importante tener estudios como éste que den información científica así como ecológica para que los resultados que se obtengan se complementen con otros estudios que se realicen a futuro y de esa forma las dependencias de gobierno encargadas de la administración de los recursos pesqueros implanten normas que permitan su mejor aprovechamiento, tales como el tipo de arte de pesca, zonas de captura, temporada de pesca, talla de primera captura, artes de pesca, de esta forma se logre la recuperación de las poblaciones.



#### 4. OBJETIVOS

##### OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento biológico-pesquero del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, que se distribuye y se explota comercialmente en aguas costeras del Golfo de México, con el fin de dar un mejor manejo pesquero, ordenamiento y regulación del recurso.

##### OBJETIVOS PARTICULARES

###### 1) Aspectos biológicos

Estimar las relaciones morfométricas entre la Longitud Total-Longitud Furcal, Longitud Total-Longitud Precaudal y Longitud Total-Peso Entero de *Sphyrna lewini*.

###### 1.1 Reproducción

Determinar los aspectos reproductivos relacionados con: la proporción de sexos en las capturas, estimación de la talla de primera madurez sexual en hembras y machos y la fecundidad de la especie (Número de crías por hembra).

###### 2) Aspectos pesqueros

Describir los aspectos relacionados con la pesquería del tiburón en el Golfo de México: la pesquería artesanal; unidades, equipos, y operaciones de pesca; zonas de pesca tradicionales; estacionalidad mensual de las capturas y la CPUE mensual por estado y litoral del Golfo de México.



## 5. METODOLOGÍA

Los datos biológicos y pesqueros que se emplearon en el presente estudio provienen del proyecto de investigación científica "Evaluación de la pesquería de tiburón en el Golfo de México", llevado a cabo por el Programa Tiburón del Instituto Nacional de la Pesca (INP), durante el periodo comprendido entre noviembre de 1993 y diciembre de 1994 en 12 campamentos pesqueros localizados en cinco Estados del Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán).

En la tabla 3 se enlistan los campamentos donde se llevaron a cabo los muestreos biológico-pesqueros y sus periodos correspondientes.

Tabla 3. Zonas pesqueras de las capturas de tiburones de noviembre de 1993 a diciembre de 1994.

Estado	Campamento pesquero	Temporada de muestreo	
		Inicio	Término
Tamaulipas Veracruz	Playa Bagdad	Abril, 1994	Noviembre, 1994
	Matamoros	Noviembre, 1993	Diciembre, 1994
	Tamiahua	Noviembre, 1993	Diciembre, 1994
	Casitas	Noviembre, 1993	Diciembre, 1994
	Chachalacas	Noviembre, 1993	Diciembre, 1994
Tabasco	Alvarado	Enero, 1994	Diciembre, 1994
	San Pedro	Noviembre, 1993	Diciembre, 1994
Campeche	Campeche	Enero, 1994	Octubre, 1994
	Ciudad del Carmen	Enero, 1994	Octubre, 1994
	Isla Aguada	Enero, 1994	Octubre, 1994
	Champotón	Enero, 1994	Octubre, 1994
	Sabancuy	Enero, 1994	Octubre, 1994
Yucatán	Seybaplaya	Enero, 1994	Diciembre, 1994
	Progreso - Yucalpetén	Enero, 1994	Diciembre, 1994

Fuente: Castillo-Géniz, (1992) op. cit.

Es importante aclarar que no fue posible muestrear el ciclo anual en todos los campamentos pesqueros por limitantes de tipo financiero y logístico. Por tal motivo, en estados como Campeche que tiene un número mayor de campamentos pesqueros de importancia en la pesca de tiburón, no se pudieron completar los 12 meses de 1994 con respecto a los otros estados, en Tamaulipas solo se tienen registros de 7 meses. En Yucatán se efectuaron los registros de muestreos biológicos en los puertos Gemelos de Progreso-Yucalpetén y en la planta procesadora de pescados y mariscos llamada "La Atlántida".



Los registros que se obtuvieron en general fueron semanales en la mayoría de los campamentos y en ocasiones fueron muestreos diarios.

En la Fig. 4, se muestra la ubicación de los campamentos pesqueros en la zona del Golfo de México, así como la delimitación de la región estimada donde se pesca el tiburón martillo *Sphyrna lewini*.



Fig. 4. Campamentos pesqueros monitoreados y área de pesca aproximada del tiburón martillo *Sphyrna lewini* durante noviembre de 1993 a diciembre de 1994.



La información se capturó en los formatos para el registro de datos biológicos y pesqueros colectados de la pesca artesanal de tiburón que se presentan en el Anexo I, en estas hojas de registro se anotó el número total de tiburones por especie, equipo, arte y tiempo de pesca, características de las embarcaciones, fecha en la que se llevó a cabo la pesca, así como número de viajes y viajes con captura. En algunos estados no se obtuvieron datos de capturas de meses completos. Los datos de los muestreos biológicos y de capturas fueron procesados y analizados en hojas de cálculo de Microsoft Excel 2000.

## TRABAJO DE CAMPO

### DATOS BIOLÓGICOS

Para la identificación de *Sphyrna lewini* se utilizaron las guías de identificación de Applegate *et al.* (1979 op. cit.), Castro (1983 y 1993) y Compagno (1984 op. cit.). Una vez identificada la especie se registraron de cada organismo las siguientes medidas morfométricas, de acuerdo con los criterios recomendados por Compagno (1984). (Fig. 5).

#### Relaciones morfométricas

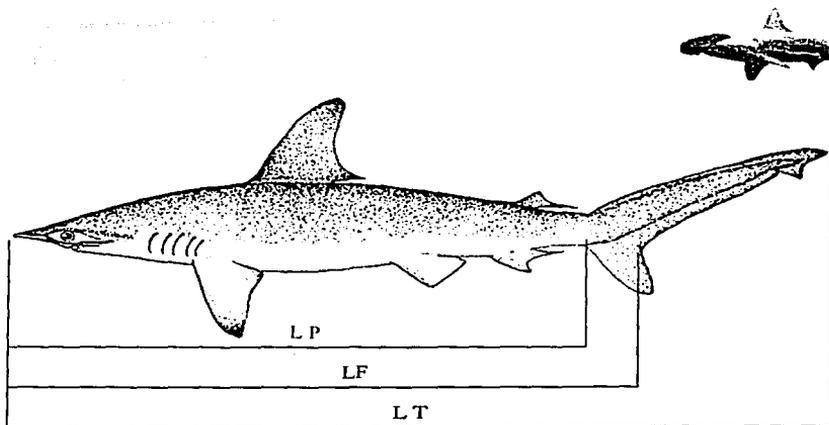
Se determinaron las siguientes medidas morfométricas (Figura 5):

**Longitud Total (LT).**- Distancia en línea recta entre la punta de la cabeza o morro hasta la punta del lóbulo superior de la aleta caudal, colocado el animal en posición natural.

**Longitud Furcal (LF).**- Distancia entre la punta de la cabeza o morro y la muesca posterior de la aleta caudal.

**Longitud Precaudal (LP).**- Distancia entre la punta de la cabeza o morro y la muesca precaudal dorsal.

**Longitud del Clasper o Myxopterigio.**- Distancia al origen anterior de la cloaca a la punta del myxopterigio o clasper.



a)



**Fig. 5. Medidas morfométricas básicas para el estudio de los tiburones; a) organismo completo, b) clasper (Compagno, 1984).**

Para el registro de las medidas de longitud total, furcal, precaudal y del clasper se utilizó una cinta métrica de plástico graduada en cm y se colocó al organismo extendido horizontalmente con la cinta puesta sobre su dorso y paralela a su eje longitudinal. Las longitudes se registraron al centímetro más cercano, excepto para el clasper, que se registró al milímetro más cercano. El peso se midió en Kg utilizando, de acuerdo al tamaño del animal; una balanza romana metálica de 5.0 Kg para los neonatos y juveniles y balanza granataria con triple brazo y básculas de plataforma de 130 y 500 Kg para los adultos, con el fin de registrar el peso entero, es decir, del tiburón no eviscerado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### **Sexo y madurez sexual**

Para el sexado de los organismos, se tomaron en cuenta las características sexuales secundarias que se encuentran a simple vista, como son: la presencia en los machos de los órganos copuladores llamados myxoptergios o claspers y la ausencia de éstos en las hembras (Lagler, *et al.* 1977).

El estado de madurez se determinó de acuerdo a Castro (1993) op. cit. con base a la etapa de desarrollo y madurez sexual que se describe a continuación:

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

**Juvenil.** Las características físicas de los machos se evidencia por el temprano desarrollo del clasper. En una etapa avanzada de esta fase, los órganos sexuales internos se aprecian delgados y pálidos, tanto en hembras como en machos.

**Maduro.** Los machos presentan los claspers completamente calcificados, vascularizados y con capacidad de rotación hacia la parte anterior del animal. Los testículos grandes y vascularizados, los ductos deferentes se caracterizan por presentar varias vueltas sobre sí mismos con presencia de fluido seminal, el cual se detecta al hacer un corte transversal en varios puntos del epidídimo e incluso en la vesícula seminal. Se miden los testículos con la finalidad de inferir a través de la longitud, la talla de madurez de estos organismos. Las hembras muestran los ovarios de gran tamaño con aspecto granuloso y presencia de folículos maduros de color amarillo. Se registra hasta donde sea posible la longitud y anchura de la glándula oviducal y diámetro de los óvulos en el ovario.

**Preñez.** Esta fase se asigna a todas las hembras que muestran evidencias de cicatriz de cópula (mordidas) en diversas partes de su cuerpo, especialmente en la región de las aletas pectorales. En presencia de embriones, éstos se cuantifican y se miden en su longitud total al milímetro más cercano.



### Datos pesqueros

Se registró el número y las características de las embarcaciones menores, artes de pesca, captura total y número de viajes con o sin captura. De las artes de pesca, se identificaron y anotaron sus principales características, mediante entrevistas directas con los dueños, pescadores y en ocasiones con los permisionarios. Los datos pesqueros obtenidos permitieron establecer la composición de las capturas por especie y estimar el esfuerzo pesquero: número total de viajes y número de viajes con captura.

### Análisis de resultados

#### Estructura de tallas

Las longitudes de los organismos registrados se ordenaron por sexo y mensualmente. Se elaboraron histogramas para establecer la estructura de la población que es capturada en el Golfo de México y en los diferentes estados de este litoral.

#### Relaciones morfométricas

Se determinó la relación existente entre la Longitud Total/Longitud Furcal y Longitud Total/Longitud Precaudal, mediante la aplicación del modelo de regresión lineal simple utilizando la ecuación:

$$Y = a + bx$$

donde:

a= intercepto (ordenada al origen)

b= pendiente

x= longitud furcal o longitud precaudal (variable independiente)

y= variable dependiente (longitud total del organismo)

sustituyendo:

$$LT = a + b (LF) \text{ ó } (LPC)$$

Estas relaciones permiten estimar la longitud total de un tiburón a partir de tallas inferiores.



De igual forma se determinó la relación entre la longitud total y el peso mediante la aplicación de un modelo potencial de forma:

$$W = aL^b$$

Donde:

W= peso corporal (variable dependiente)

a= antilogaritmo del intercepto de la regresión entre los logaritmos naturales del peso y la longitud total

L= variable independiente (longitud total del organismo)

b= coeficiente de regresión (pendiente)

Además se realizó el cálculo del coeficiente de determinación  $r^2$  que nos indica el grado de asociación para definir la variación del peso con respecto a la longitud.

#### Talla de primera madurez

Para la asignación de la longitud de madurez sexual en la especie *Sphyrna lewini*, se tomó en cuenta el criterio de Gubanov (1979), donde la talla de la hembra preñada mas pequeña, se establece como primera talla de madurez sexual. Se consideraron maduras cuando hubo en los úteros, la presencia de los embriones o huevos en desarrollo.

En cuanto a la madurez sexual en machos, se realizó un análisis de madurez por tallas separando en dos categorías, inmaduros (neonatos y juveniles) y maduros (adultos), ajustando una ecuación de tipo logístico la variación de la proporción de individuos maduros según la talla, para obtener la longitud promedio de primera madurez. Ésta se define como la longitud a la cual el 50% de los organismos se encuentra maduro. La ecuación logística tiene la forma:

$$Lc = Lcmax / (1 + EXP^{(a+b \cdot LT)})$$

Donde:

Lc= longitud del clasper

Lcmax= longitud máxima del clasper, asíntota superior de la ecuación

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

b= constante de la ecuación que determina la inclinación de la curva

LT= longitud total del organismo



Considerando la longitud del clasper como el único signo de madurez, e igualando a cero la segunda derivada de la pendiente para obtener el punto de inflexión de la curva logística, este punto fue la longitud media estimada de primera madurez.

### **Esfuerzo pesquero**

Las artes de pesca en el Golfo de México utilizadas son diversas por lo que se agruparon según su uso por estado, por mes, por estado de madurez y sexo, esto último con el fin de determinar si existe una selectividad en el tipo de arte de captura.

Para estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se seleccionaron como índices: número de lanchas registradas con captura por mes y número de viajes de pesca por mes, en base a la información de los muestreos en los campamentos en el Golfo de México. Aunque no representan la totalidad de las capturas realizadas por la flota artesanal, brindan una representación general del comportamiento de las capturas.

La CPUE se calculó de la siguiente forma:

$$\text{CPUE} = \text{Número de organismos capturados por mes} / \text{Número de viajes de pesca por mes}$$

Cabe mencionar que los viajes de pesca utilizados en la estimación de la CPUE fueron aquellos que tuvieron éxito en la pesca de tiburones. Sólo se tomaron en cuenta las embarcaciones tipo "A" o panga, ya que son las más abundantes en cada campamento pesquero.

En cada promedio estimado se calculó el error estándar, que es igual a la desviación estándar de la media. Considerada la desviación estándar de una distribución de medias para muestras con un determinado tamaño de muestra (n).

$$ee = \sqrt{s^2 / n}$$

ee= error estándar

s<sup>2</sup>= desviación estandar

n= número de organismos



## 6. ZONA DE ESTUDIO

El Golfo de México es una cuenca aislada del mar Caribe con profundidad aproximada de 2,500 m. Se localiza entre los 18° 00" LN y 98° 00" LW. Se extiende en un área total de 1,768,000 km<sup>2</sup> con regiones muy profundas mayores a 3,400 m (De la Lanza, 1991).

En su porción norte, el Golfo de México pertenece a la zona económica exclusiva de Estados Unidos, donde la plataforma continental está ampliamente desarrollada, sobre todo en la Península de Florida. Sin embargo, dentro del territorio mexicano es muy estrecha, con la notable excepción de la Península de Yucatán.

La descripción de los rasgos geomorfológicos del Golfo, se explican a partir de 7 provincias establecidas por Antoine (1972), con base en los cambios de dirección de la plataforma continental en seis de ellas y en la séptima que caracteriza a la porción central de la Cuenca del Golfo.

### Masas de agua

Nowlin (1971), estableció la existencia de varias capas o masas de agua en el Golfo de México:

a) La capa superficial es conocida como capa de mezcla, normalmente ocupa los primeros 100 o 150 m, por lo que es muy afectada en sus características físicas y circulación por fenómenos climáticos atmosféricos (principalmente vientos), y por el flujo de aguas cálidas y salinas que constituyen a la Corriente de Lazo, la cual penetra al Golfo por el canal de Yucatán. La fluctuación estacional influye en las características físicas de esta costa de manera notable.

Durante el invierno se presentan las temperaturas más bajas del ciclo anual, que resulta de los frentes polares y vientos o nortes, por lo cual la influencia cálida de la Corriente de Lazo, puede ser fácilmente observada mediante las isotermas superficiales. Durante esta estación, el patrón de salinidad es semejante al de la temperatura. Las salinidades menores se presentan en el norte del Golfo, donde a pesar de ser una zona somera, la época y la influencia de los ríos abaten las salinidades hasta niveles de 32.16 ‰. La zona del Banco de Campeche mantiene salinidades entre 36.4 y 36.6 ‰ superiores a los del resto del Golfo y de la corriente del Caribe.



Durante el verano los índices de insolación y calentamiento alcanzan su máximo punto, la temperatura y salinidad se ven afectadas en toda la cuenca, la Corriente de Lazo presenta una mayor intromisión provocando que las temperaturas y salinidad sean más uniformes.

b) Por debajo de la capa de mezcla y antes de alcanzar una temperatura de  $17^{\circ}\text{C}$ , que corresponde a profundidades de hasta 250 m, hay una capa típica del Golfo de México (principalmente en el Banco de Campeche, oeste y noroeste del Golfo de México), esta masa de agua subtropical superficial ocupa la columna de agua de los 150 a 250 m de profundidad y puede variar dependiendo de la dinámica de cada zona de la cuenca. Está caracterizada por la salinidad máxima en el perfil vertical y por su bajo contenido de oxígeno. La salinidad decrece en su recorrido de 37.75 a 36.4 ppm en el oeste de la cuenca.

c) Después de los 250 m y hasta los 900 m se ubica una gran capa de agua con temperaturas que van de  $19^{\circ}$  a  $6.3^{\circ}\text{C}$  y salinidad de 35 a 36 ppm. En esta capa se observan dos aspectos importantes: uno de ellos es el valor mínimo de oxígeno por lo que se llama "capa mínima de oxígeno". La ubicación de este valor se modifica de acuerdo a la batimetría del lugar desde 750 m en el Caribe a 500 m en el estrecho de Yucatán, 600 m en el Golfo de México y 250 m en Florida. Las aguas del oeste muestran una capa mínima de oxígeno muy amplia que se encuentra entre los 200 y 500 m de profundidad, (Nowlin y McLellan, 1960; Nowlin, 1971.; En: De la Lanza, 1992); los patrones de actividad ciclónica y anticiclónica modifican sin embargo esta profundidad. El segundo aspecto importante de esta capa es su comportamiento uniforme, que juega un papel muy importante en la captación y distribución de nutrientes ya que en ella quedan atrapados; su ubicación dentro de la columna de agua es limitado para establecer las zonas productivas y de riqueza pesquera.

### **Densidad**

Hacia la zona oeste del Golfo de México la piroclina llega más allá de los 50 m y es apreciable su coincidencia con el inicio de la zona de mínimo oxígeno.

### **Termoclina**

En el oeste del Golfo de México la termoclina es poco profunda, localizándose en ocasiones por



arriba de los 50 m.

### **Circulación**

La circulación en el Golfo de México está relacionada estrechamente con las aguas cálidas y salinas que entran a través del Canal de Yucatán provenientes del Caribe y que salen por Florida formando la corriente de Lazo, en sentido de las manecillas del reloj, parte de esta agua es regresada por contracorrientes (Grady, 1967; En De la Lanza, 1992).

La Corriente de Lazo sigue su camino hasta Florida y alcanza una temperatura entre 28° C y 29° C en el verano, disminuyendo a 25° C y 26° C en invierno, con una salinidad de 36.7‰ ppm. De julio a noviembre la corriente de Lazo disminuye hasta alcanzar los 25° C solamente, dando origen a giros anticiclónicos de mayor vorticidad.

### **Mareas**

Las mareas en la mayor parte del Golfo de México son diurnas, ocurriendo una sola en cada día lunar siendo mixtas en el noreste y noroeste (Texas a Florida) y semidiurnas en Campeche. El promedio de las mareas es de 30 a 60 cm (De la Lanza, 1992).

### **Vientos**

Los vientos son dominantes del este en los meses de febrero a septiembre y el resto del año provienen del noreste. De octubre a abril existen ráfagas veloces de hasta 12 nudos, en noviembre y diciembre se considera la temporada de nortes, en la cual los vientos alisios son frecuentemente interrumpidos por los provenientes del primer cuadrante (De la Lanza, 1992).

### **Nortes**

Los nortes son vientos formados por masas de aire polar que se desplazan hacia el sur por Estados Unidos, con vientos de dirección boreal, cuya intensidad alcanzan frecuentemente rachas fuertes, violentas o huracanadas. Se presentan de noviembre a marzo, los de carácter severo de diciembre a febrero. Su dirección es de noroeste a noreste y alcanzan velocidades de 50 a 100 km por hora o



más (De la Lanza, 1992).

### **Oxígeno**

Los bajos contenidos de oxígeno disuelto en el Golfo de México y Mar Caribe forman una capa dentro del perfil vertical de la columna de agua denominada de "Mínimo Oxígeno". Sólo llega a contener 2.4 ml/l, en el Golfo está registrada desde los 200 m de profundidad hasta los 600 m. Por arriba de esta capa las concentraciones de oxígeno alcanzan los 4-4.5 ml/l desde Campeche y hasta el norte de Veracruz, siendo casi constante.

### **Nutrientes**

El comportamiento de los nutrientes en el Golfo de México responde a los distintos eventos de circulación que están influenciados por la estacionalidad, y consecuentemente, al ascenso de agua de fondo por el enfriamiento de masas, giros ciclónicos, surgencias y por hundimientos anticiclónicos.

### **Nitratos**

Las concentraciones de nitratos van de 0.1 ug-át/l en superficie, 0.01 ug-át/l a 50 m de profundidad y 2.65 ug-at/l a los 700 m.

### **Amonio**

En el suroeste del Golfo de México, el amonio superficial está por debajo de los niveles detectables, sólo se reconoce en verano en dos áreas, frente al Río Bravo con 2 microgramos-át/l y frente a la Laguna Madre con 3.6 ug-át/l.

### **Fosfatos**

El nivel de los fosfatos no varía significativamente a lo largo del año, frente al litoral del Golfo de México los ortofosfatos tienen niveles de 0.1 a 0.3 ug-át/l hasta los 100 m de profundidad, aumentando hasta 2.5 ug-át/l a 200 m de profundidad.



### **Silicatos**

Se observa que las aguas de la corriente de Yucatán, que constituyen posteriormente la Corriente de Lazo, así como aquellas propias del Golfo de México, son superficialmente pobres en este nutriente con niveles desde no detectables hasta 2 ug- $\mu$ t/l que se distribuyen configurando una capa que alcanza profundidades de 100 y 200 m respectivamente.

### **Materia orgánica**

En el Golfo de México, los sólidos totales suspendidos son muy abundantes, especialmente en las aguas que se desplazan sobre la plataforma continental con 54.6% y en la superficie del mar abierto con un 49.55%, enriquecidas por el aporte atmosférico y por la formación de agregados orgánicos causados por el burbujeo en las rompientes de las olas. El contenido de materiales decrece en los 100 m de profundidad hasta 22.7% y por debajo de los 150 m, las variaciones temporales y su relación con la producción primaria generan grandes diferencias, las cuales de una temporada a otra, pueden incrementarse de 25 a 125 ug/l a 225-4000 ug/l.

### **Surgencias**

El fenómeno de afloramiento de nutrientes en el Golfo de México, ocurre con los giros ciclónicos y con mayor fuerza en la plataforma oriental de la Península de Yucatán durante el invierno y primavera (Ruiz, 1979; En: De la Lanza, 1992).



## UBICACIÓN DE LOS CAMPAMENTOS PESQUEROS

### TAMAULIPAS

#### 1. Playa Bagdad, Matamoros

Ubicada cerca de la desembocadura del Río Bravo al este de la ciudad de Matamoros, en las coordenadas geográficas 25° 48' LN y 97° 09' LW. El clima es de tipo (A)cx', subhúmedo a semicálido. (CONABIO, 1999; García, 1978).

### VERACRUZ

#### 2. Tamiahua

Se ubica en la porción occidental de las Costas del Golfo de México, entre las coordenadas 26° 06' de LN y los 97° 23' y 97° 46' de LW; la limitan al norte el río Pánuco y al sur el río Tuxpan, tiene una longitud de 85 Km y una anchura máxima de 18 Km; ocupa un área de 88,000 ha aproximadamente. El clima es de tipo Aw"2 (c), subhúmedo cálido. (CONABIO, 1999; García, 1978).

#### 3. Casitas

Este estuario se localiza entre los paralelos 20° 06' y 20° 15' de LN y los meridianos 96° 00' y 97° 00' de LW (CONABIO, 1999)

#### 4. Chachalacas

La laguna de Chachalacas pertenece al municipio de Actopan y se encuentra aproximadamente a 5 Km. de la Villa de San José Cardel, al noroeste de la Laguna de Mandinga y al sureste de la Mancha, entre los paralelos 19° 24' y 19° 25' de LN y los meridianos 96° 20' de LW, se comunica con el Golfo de México a través de la desembocadura del río Chachalacas. El tipo de clima es Aw2 (i), subhúmedo cálido a semicálido (CONABIO 1999; García,1978).



## **5. Alvarado**

Se ubica en la planicie costera del área central del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 46' y 18° 42' de LN y los meridianos 95° 34' y 95° 58' de LW. Se extiende longitudinalmente en dirección este-oeste a lo largo de aproximadamente 17 Km. Su comunicación con el mar tiene un ancho de 400 m y está orientada ligeramente hacia el norte. La superficie de la laguna de Alvarado es de 6 200 ha. El clima es de tipo Aw2(i), subhúmedo cálido a semicálido (CONABIO, 1999; García, 1978).

## **TABASCO**

### **6. Puerto San Pedro**

Se localiza en las coordenadas 18° 42' LN y 92° 63' LW (CONABIO, 1999).

## **CAMPECHE**

### **7. Campeche**

Se ubica en las coordenadas 19° 50' LN y 90° 32' LW a una altitud de 10 msnm ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).

### **8. Ciudad del Carmen**

Su localización está entre los 18° 39' LN y 91° 50' LW ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).

### **9. Champotón**

Se encuentra en las coordenadas 19° 21' LN y 90° 43' LW ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).

### **10. Isla Aguada**

Se localiza en las coordenadas 18° 46' de LN y 91° 32' LW ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).



### **11. Sabancuy**

Su ubicación geográfica es 18° 57' a 19° 02' de LN y 91° 10', con 91° 13' de LW. El tipo de clima es Aw2(i)g, caliente subhúmedo con lluvias en verano ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx); García, 1978).

### **12. Seybaplaya**

Se localiza en las coordenadas 19° 32' LN y 90° 47' LW ([www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)).

## **YUCATÁN**

### **13. Progreso**

Se ubica aproximadamente a 33 Km de la ciudad de Mérida. La ubicación geográfica está en los 21° 17' LN y 89° 40' LW. El clima predominante es cálido y semiseco muy cálido (CONABIO, 1999; García, 1978).

### **14. Yucalpetén**

Su ubicación está entre los 21° 15' y 21° 19' de LN y los 89° 40' y 89° 47' de LW. (CONABIO, 1999).



## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### COMPOSICIÓN DE LAS CAPTURAS

El número total de la captura en el periodo de noviembre de 1993 a diciembre de 1994 en las aguas costeras del Golfo de México fue de 25,344 tiburones, pertenecientes a 34 especies (Tabla 4), lo que indica que es una pesquería tropical multiespecífica sostenida por tiburones de hábitos costeros y pelágicos (Castillo-Géniz *et al.*, 1997).

Tabla 4. Especies de tiburones capturados por la flota artesanal en el Golfo de México durante el periodo de noviembre de 1993 a diciembre de 1994.

NOVIEMBRE 1993	DICIEMBRE 1994
1. <i>Alopias superciliosus</i>	Tiburón zorro, coludo
2. <i>Alopias vulpinus</i>	Tiburón zorro, coludo
3. <i>Carcharhinus acronotus</i>	Cazón canguay, amarillo, limón, pico negro
4. <i>Carcharhinus brevipingna</i>	Tiburón curro, puntas negras, picudo
5. <i>Carcharhinus falciformis</i>	Tiburón sedoso, jaquetón, puntas negras
6. <i>Carcharhinus isodon</i>	Cazón diente liso, picudo
7. <i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro, chato, xmoa
8. <i>Carcharhinus limbatus</i>	Tiburón puntas negras
9. <i>Carcharhinus longimanus</i>	Tiburón puntas blancas, oceánico
10. <i>Carcharhinus obscurus</i>	Tiburón prieto, tabasqueño
11. <i>Carcharhinus perezi</i>	Tiburón de arrecife
12. <i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tiburón aletón, aleta de cartón
13. <i>Carcharhinus porosus</i>	Tiburón poroso, cuero duro
14. <i>Carcharhinus signatus</i>	Tiburón nocturno, ojo verde, ojo de caballo
15. <i>Centrophorus granulosus</i>	Tiburón espinoso, aguado
16. <i>Galeocerdo cuvieri</i>	Tiburón tigre, tintorera, rayado
17. <i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tiburón gata
18. <i>Hepranchias perlo</i>	Tiburón siete branquias
19. <i>Hexanchus griseus</i>	Tiburón seis branquias
20. <i>Hexanchus vitulus</i>	Tiburón seis branquias
21. <i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón mako, alecrín, picudo
22. <i>Isurus paucus</i>	Tiburón mako, alecrín, picudo
23. <i>Mustelus canis</i>	Tiburón mamón
24. <i>Mustelus norrisi</i>	Tiburón mamón
25. <i>Negaprion brevirostris</i>	Tiburón limón, amarillo
26. <i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	Cazón de ley, caña hueca
27. <i>Scyllorhinus retifer</i>	Cazón manchado, rayado
28. <i>Squatina dumerilii</i>	Tiburón ángel, angelote
29. <i>Squalus asper</i>	Cazón espinoso
30. <i>Squalus cubensis</i>	Cazón espinoso
31. <i>Sphyrna lewini</i>	Tiburón martillo, cornuda
32. <i>Sphyrna mokarran</i>	Tiburón martillo gigante, cornuda gigante
33. <i>Sphyrna tiburo</i>	Cazón cabeza de pala, pech
34. <i>Sphyrna zygaena</i>	Tiburón martillo, cornuda cruz



La especie con la mayor captura en el Golfo de México fue *Rhizoprionodon terraenovae* con 29.55%, seguida de *Carcharhinus limbatus*, con 13.44%, *Sphyrna tiburo* con 12.34%, *Sphyrna lewini* estuvo representada por un 12.18% ubicándose en el cuarto lugar, en el quinto lugar *Carcharhinus acronotus* con 8.73% y el resto de las especies representan un 23.66% de la captura en este periodo (Fig. 6).

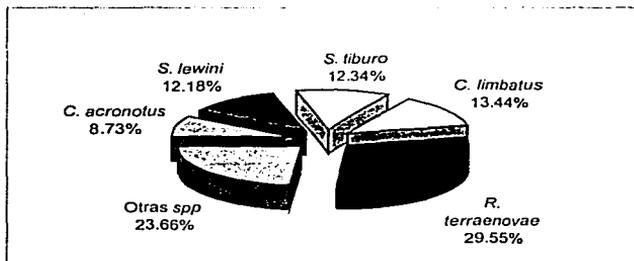


Fig. 6. Composición específica de las capturas de tiburones en el Golfo de México durante el periodo noviembre de 1993 a diciembre de 1994.

En lo que respecta a *Sphyrna lewini* en el Golfo de México, se colectaron datos de 2,408 organismos durante el estudio y se registró una mayor abundancia en las capturas de la flota artesanal en el estado de Tabasco, con el 69.28%, seguido de Veracruz, Campeche, Tamaulipas y Yucatán, representando juntos el 30.69% (Fig. 7).

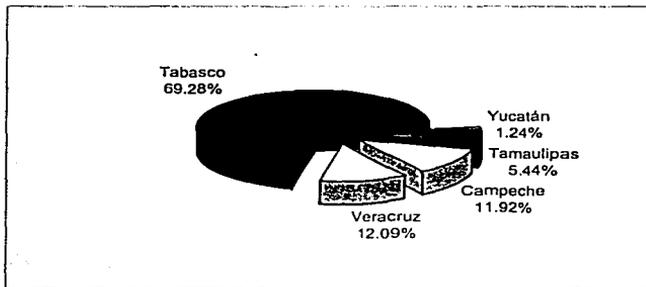


Fig. 7. Porcentaje de las capturas de *Sphyrna lewini* por Estado en el Golfo de México.



Las mayores capturas de *Sphyrna lewini* se observaron en los meses de mayo a julio en Tamaulipas, en Veracruz las capturas más altas fueron de enero a marzo y en octubre se destaca un pico alto. En Tabasco la mayor abundancia se presenta de mayo a julio y en Campeche a partir de abril a julio para declinar en agosto. Por último, Yucatán sólo presenta esta abundancia entre abril y mayo (Fig. 8).

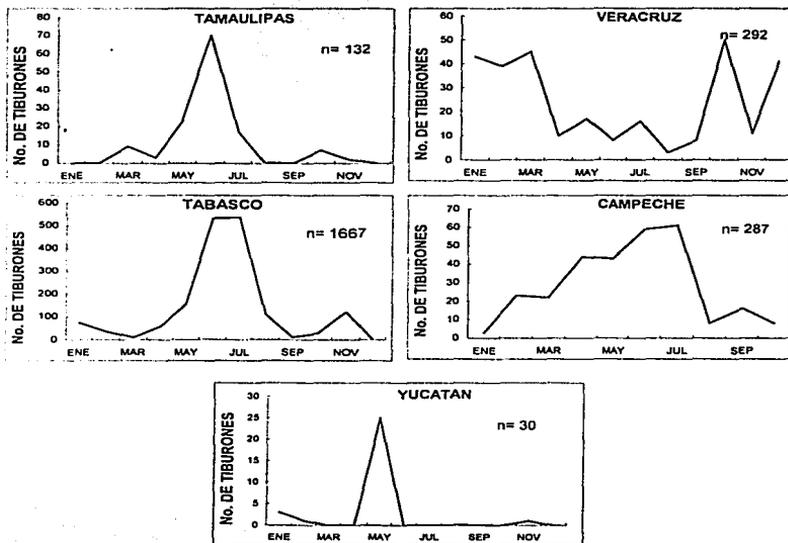


Fig. 8. Capturas estacionales del tiburón martillo, *Sphyrna lewini* en las aguas costeras de los estados del Golfo de México durante noviembre de 1993 a diciembre de 1994.



Los meses que presentaron las capturas más altas a lo largo del litoral del Golfo de México fueron mayo, junio y julio, la mayoría de estas capturas están compuestas por organismos inmaduros, lo que concuerda con Bransteter, 1981 y Parsons, 1987, que a pesar de que se captura a lo largo de todo el año, el alumbramiento tiene periodos de dos a tres semanas a finales de la primavera, entre mayo y junio (Fig. 9).

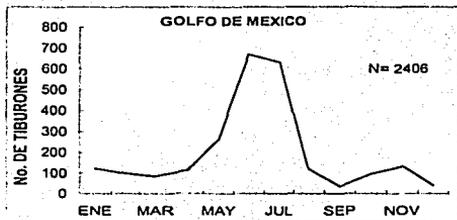


Fig. 9. Captura mensual numérica de *Sphyrna lewini* en el litoral del Golfo de México durante el periodo de noviembre de 1993 a diciembre de 1994.



### ESTRUCTURA DE TALLAS

Las tallas registradas de noviembre de 1993 a diciembre de 1994 en el Golfo de México fueron principalmente de organismos inmaduros (Fig. 10).

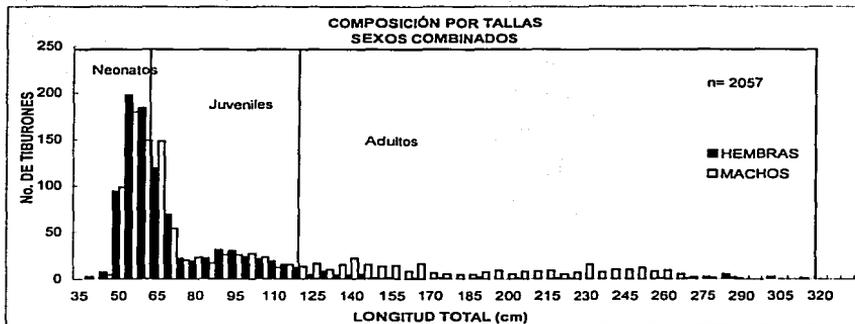


Fig. 10. Frecuencia de tallas de hembras y machos de *Sphyrna lewini* capturados durante el periodo de estudio.

Durante este periodo la mayor proporción de los individuos de tiburones martillo capturados fueron inmaduros, dando un total del 70.83 %, considerando que las tallas registradas por Castro (1983) y Compagno (1984) citan que los machos maduran entre 140 y 180 cm de LT, llegando a tener una talla de 295 cm LT, en cambio las hembras maduran entre 180 y 210 cm de LT, alcanzando 309 cm de LT.

Como organismos inmaduros, el 35.37 % corresponde a las hembras y el 35.46 % a machos. Con relación a los organismos maduros, el porcentaje para las hembras fue de 2.29 % y para los machos es de 26.86 % de la captura total. Probablemente el hecho de que exista un mayor número de machos maduros es debido a que las hembras maduras se encuentren alejadas de las zonas en que se lleva a cabo la pesca artesanal. En la Tabla 5 se presentan los porcentajes de los organismos maduros e inmaduros para machos y hembras.



En los histogramas del ANEXO II se presentan las frecuencias de tallas para los tres grupos: machos, hembras y sexos combinados, por mes y por estado. En éstos se observa que los organismos con mayor incidencia de captura son los neonatos y juveniles (organismos inmaduros) sin embargo, para los estados de Tamaulipas, Campeche y Veracruz es donde se registran más organismos grandes, se puede deber a la selectividad del arte de pesca, las zonas de pesca donde se realizan dichas operaciones, de pesca. Este comportamiento en Tamaulipas, aunque existan organismos de tallas pequeñas, está la presencia de un número mayor de adultos y en los estados hacia el sur, comenzando por Tabasco, se percibe la presencia de organismos neonatos en gran abundancia, así como en Campeche y en menor proporción en Yucatán, lo cual se puede explicar a que existen zonas de crianza para esta especie.

**Tabla 5. Porcentaje de organismos maduros e inmaduros de machos y hembras.**

Organismos	Machos	Hembras
%		
Inmaduros	35.5 %	35.3 %
Maduros	26.9 %	2.3 %
Total	62.4 %	37.6 %

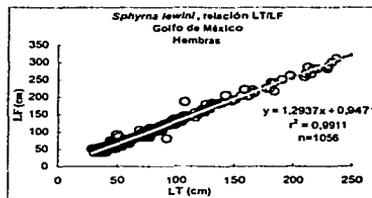
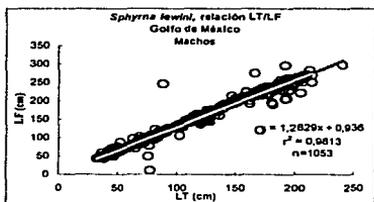


## RELACIONES MORFOMÉTRICAS

### Estimación de los parámetros de las relaciones entre LT/LF y LT/LPC

En lo referente a los parámetros de las relaciones morfométricas, se obtuvo que entre la Longitud Total/Longitud Furcal, el coeficiente de determinación fue de 0.98 en machos, 0.99 en hembras y 0.98 para sexos combinados (Fig. 11) y en la Longitud Total/Longitud Precaudal el coeficiente de determinación en machos fue de 0.98, en hembras de 0.99 y para sexos combinados fue de 0.99 (Fig. 12). Uribe, (1993) obtuvo de la relación entre LT/LPC los siguientes resultados  $LT = 0.772(LF + 1.130)$  y una  $r^2$  de 0.99. A pesar de solo haber tomado una sola variable, se tiene que es igual a la reportada en este estudio, Tabla 6, lo que indica que no existen diferencias significativas, ya que en ambas relaciones los valores de  $r^2$  se acercan a uno, además presentan el mismo grado de asociación, lo cual refleja que estas relaciones pueden utilizarse de manera confiable con objetivos de estimación para determinar la talla del organismo en caso de solo tener una de las medidas, ya que con frecuencia el organismo ha sido cortado y solo llega a la zona de desembarque el tronco del animal, esto es sin aletas o sin alguna porción del cuerpo.

Las relaciones morfométricas son de tipo lineal en los tres grupos machos, hembras y sexos combinados.



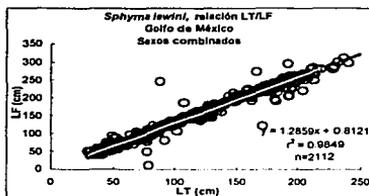


Fig. 11. Relación morfométrica entre la LT/LF para machos, hembras y sexos combinados del tiburón cornuda *Sphyrna lewini* del Golfo de México.

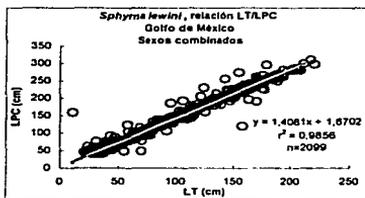
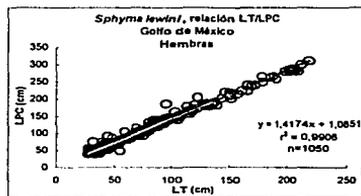
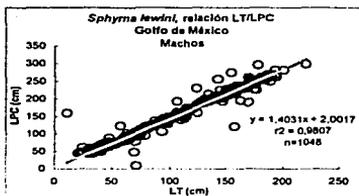


Fig. 12. Relación morfométrica entre la LT / LPC, para machos, hembras y sexos combinados del tiburón cornuda *Sphyrna lewini* del Golfo de México.



**Tabla 6. Parámetros de las relaciones morfométricas de *Sphyrna lewini*.**

		Machos	Hembras	Sexos combinados			Machos	Hembras	Sexos combinados
LT /	a	1.28	1.29	1.28	LT /	a	1.40	1.41	1.40
	b	0.93	0.94	0.81		b	2.00	1.08	1.67
LF	r <sup>2</sup>	0.98	0.99	0.98	LPC	r <sup>2</sup>	0.98	0.99	0.99
	n	1053	1056	2112		n	1048	1050	2099

a= ordenada b= pendiente r<sup>2</sup>= coeficiente de determinación

### LONGITUD TOTAL / PESO ENTERO

Tanto en los tiburones como en otros organismos, el incremento en el peso no es proporcional al incremento en la talla (Branstetter, 1990). Aumentar más rápido en peso que en talla les permite incrementar sus habilidades de nado para escapar de los depredadores, ya que al nacer los tiburones, aunque sea en un estado de desarrollo avanzado, son presa fácil de otros tiburones.

La relación entre el peso y la longitud del organismo fue de tipo exponencial, ya que el aumento en el peso es alto en las primeras etapas del crecimiento y va disminuyendo considerablemente con el paso del tiempo.

Si el valor que se obtiene de la pendiente es igual a tres el crecimiento es de tipo isométrico (Royce, 1972) en el que la variable  $Y = (P)$  se incrementa con una velocidad que es proporcional al cubo de la variable lineal  $X = (LT)$  (es decir que las dos variables aumentan o disminuyen en la misma proporción) y si es diferente a este valor, es de tipo alométrico. En los resultados obtenidos, la pendiente es diferente de tres, lo que permite concluir que la relación del crecimiento longitud-peso es de tipo alométrico para *Sphyrna lewini*.

Debido a que los organismos son eviscerados inmediatamente después de ser desembarcados, los datos que se tienen con respecto al peso entero fue poco representativo para realizar un análisis entre las longitudes furcal y precaudal y obtener un estimado que permita un grado de asociación más confiable. De la relación entre la longitud total y el peso entero para machos, hembras y sexos combinados, el modelo que describe el incremento de la longitud respecto al peso de los organismos fue,  $W = 1.85 \times 10^{-6} (LT)^{3.1339}$  con una  $r^2$  de 0.9728 para machos,  $W =$



$1.80 \times 10^{-6} (LT)^{3.1356}$  con una  $r^2$  de 0.9563 para hembras y para sexos combinados  $W = 1.83 \times 10^{-6} (LT)^{3.1344}$  con una  $r^2$  de 0.9736 (Fig. 13). Comparando estos datos con los de Bonfil (1987) que obtuvo  $W = 1.82 \times 10^{-5} (LT)^{2.90}$  y una  $r^2$  de 0.97 para sexos combinados usando las variables LF/peso entero y Uribe (1993) encontró que  $W = 1.6485 \times 10^{-6} (LT)^{3.2824}$  y una  $r^2$  de 0.9852 con las variables LT/peso entero para sexos combinados, se observa que no son significativamente diferentes, por lo que se puede inferir que esta especie ha tenido un crecimiento de tipo exponencial (alométrico) a lo largo de su historia de vida.

Para que los tiburones puedan alcanzar un peso alto rápidamente, presentan una adaptación, tracto digestivo en espiral, que les permite aprovechar al máximo su alimento, calculándose que en promedio un tiburón consume únicamente de 0.4 a 3.2 % de su peso corporal al día (Wetherbee, 1991).

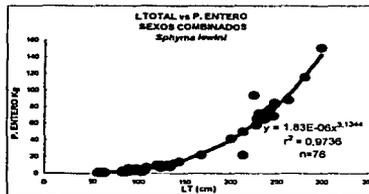
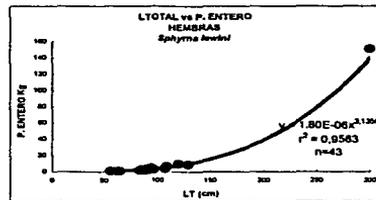
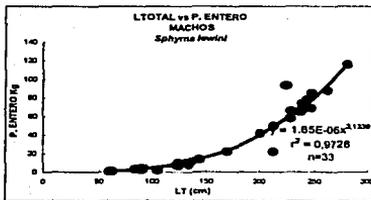


Fig. 13. Relación entre Longitud Total y Peso Entero para machos, hembras y sexos combinados de *Sphyrna lewini* del Golfo de México.



Durante el desarrollo de este estudio se realizaron 76 registros de peso entero, de los cuales 33 pertenecen a hembras y 43 a machos.

Este tipo de análisis permite calcular el peso del animal conociendo solo la LT para machos y hembras, a través de un factor de conversión para calcular las tallas y peso conociendo sólo una de las variables. Los factores de conversión juegan un papel importante en el análisis de pesquerías, ya que permiten establecer tallas y pesos mínimos de captura.

## ASPECTOS REPRODUCTIVOS

### a) Proporción de sexos

Se registraron un total de 2,408 organismos en el Golfo de México de los cuales 1,224 fueron hembras y 1,184 machos, la proporción observada fue de 1:0.96 hembras : machos. En los estados, de este litoral a lo largo de todo el año, se observó una hembra por macho (Tabla 7).

Se observó que en Tamaulipas hubo un número mayor de hembras que machos en los meses de junio (1 : 0.4) y julio (1 : 0.7). En Veracruz la proporción de hembras es mayor, en los meses de enero (1 : 0.64), febrero (1 : 0.80), marzo (1 : 0.9), octubre (1 : 1), noviembre (1 : 1.75) y diciembre (1 : 0.95). Para Tabasco se observó en mayo (1 : 0.91), junio (1 : 0.89), julio (1 : 1.1) y agosto (1 : 0.5). En Campeche en ningún mes se presenta un número mayor de hembras que de machos y en Yucatán la proporción de hembras : machos fue de (1 : 0.31) en el mes de mayo, probablemente este resultado se debe a la poca información que se obtuvo y se considera preliminar.

Tabla 7. Número de organismos capturados por estado, sexos y proporción de sexos.

Estados	Hembras	Machos	Total	Proporción de sexos H : M
Tamaulipas	84	59	143	1 : 0.70
Veracruz	157	127	284	1 : 0.80
Tabasco	850	805	1655	1 : 0.94
Campeche	113	183	296	1 : 1.61
Yucatán	20	10	30	1 : 0.50



## b) Talla de primera madurez sexual

Según Holden y Raitt (1975) la forma más sencilla de definir la madurez sexual de los machos es a partir del desarrollo del clasper, ya que en los organismos inmaduros, éstos son pequeños y de consistencia flácida y no llegan a sobrepasar el borde posterior de las aletas pélvicas y sin ningún proceso de endurecimiento en el cartilago, mientras que en los adultos, el clasper sobrepasa claramente el borde posterior de dichas aletas y con la estructura endurecida que les permite rotar hacia delante con facilidad.

La talla estimada de primera madurez sexual en los machos a partir de la relación Longitud total-Longitud del clasper o myxopterigio, fue de 161 cm de LT (Fig. 14 y 15). Esta relación presentó una tendencia de tipo sigmoideal, donde el punto de inflexión, tomando en cuenta la longitud del clasper como el único signo de madurez a simple vista, se le consideró la longitud media estimada de primera madurez. Ya que al igualar a cero la segunda derivada de la pendiente, la inflexión de la curva se encontró a los 161.80 cm de LT, sin embargo, los resultados de Compagno (1984) y Castro (1990) mencionan que la talla de primera madurez es a los 170 - 175 cm de LT, y de 180 - 185 cm de LT respectivamente, la diferencia de esto se considera a que se debe que los estudios de estos autores fueron realizados en aguas de Norteamérica y quizá el que sean las áreas diferentes al presente estudio se trate de diferentes poblaciones o que las aguas mas hacia el norte son más frías y por lo tanto la madurez es mas tardía que en aguas más cálidas.

Compagno (1984), y Bass *et al.*, (1989), propusieron un intervalo de madurez de 140-165 cm de LT para los tiburones de Mozambique, así como Stevens y Lyle (1989), presentaron un intervalo de 140-160 cm de LT para tiburones de Australia.

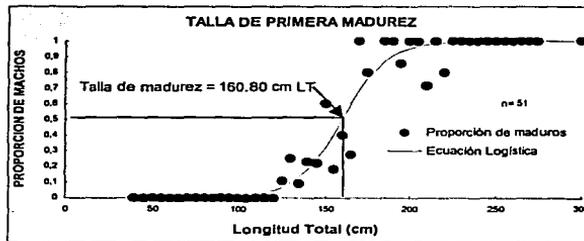


Fig. 14. Talla de primera madurez en machos de *Sphyrna lewini* ajustada con la ecuación logística.

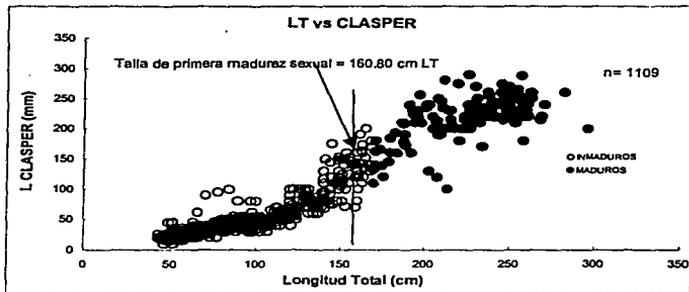


Fig. 15. Relación entre el crecimiento del clasper y la longitud total de machos de *Sphyrna lewini* del Golfo de México.

Como se ha mencionado anteriormente el número de tiburones inmaduros es mayor siendo de 970 y de maduros en menor proporción de 139 organismos.

El crecimiento del clasper es proporcional a la longitud total del cuerpo, no sucediendo esto cuando alcanza el punto de la talla de primera madurez sexual, ya que el clasper aumenta de manera alométrica al cuerpo.

Por lo que respecta a las hembras, los índices de madurez sexual fueron básicamente la presencia de óvulos maduros desarrollados en los ovarios, huevos uterinos y presencia de embriones en desarrollo dentro de los úteros (Clark y Von Schmidh, 1965; Gubanov, 1978; Branstetter, 1981, 1987; Bonfil *et al.*, 1993). Para este estudio se tomó a las hembra más pequeña con presencia de embriones o huevos en desarrollo (Gubanov, 1978).

La hembra grávida más pequeña observada fue a los 220 cm de LT en el mes de febrero de 1994 para el estado de Tabasco, la cual presentaba 18 embriones (10 machos y 8 hembras), con una LT de 49, 52, 51, 49, 48, 47, 46, 51, 47, 46 cm para los machos y 45, 51, 47, 48, 46, 48, 49, 49 cm para las hembras. Y otra hembra con 220 cm de LT que presentó 4 embriones hembras con una LT de 47.5, 47, 49.5, 44.5 cm.

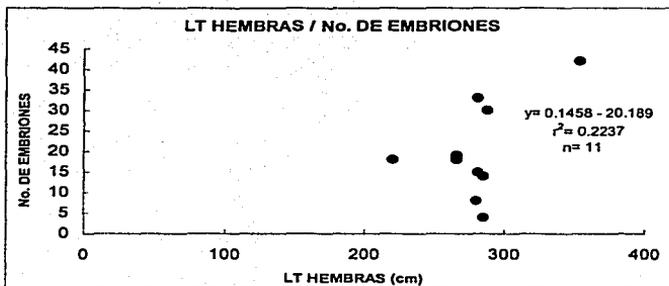


Fig. 16. Relación de la Longitud Total de hembras/Longitud Total de embriones.

Como se puede observar en la Figura 16 el número de hembras grávidas fue bajo, ya que sólo se registraron 11 organismos, esto en comparación con la proporción de hembras registradas de otras especies. De las cuales ocho se capturaron en Tabasco dos en Campeche y una en Veracruz.

El número tan bajo de hembras se debe probablemente a varios factores, como puede ser que las hembras se encuentren lejos de la costa, no siendo capturadas por las embarcaciones de la pesquería artesanal por sus limitaciones operativas y que sólo se acercan a la costa en algunas épocas del año como son la época de apareamiento o reproductiva y de alumbramiento retirándose pronto a las zonas profundas donde parecen habitar normalmente; además uno de los factores limitantes importantes para la obtención de información reproductiva fue el régimen de la pesquería artesanal sobre la cual se realizaron las colectas, en el cual dentro de las embarcaciones los tiburones son eviscerados y cortados, estando aún en altamar.

Se realizó un análisis para determinar si existe alguna relación entre la LT de la hembra y el número de embriones que éstas puedan presentar y como se observa en la Figura 16, no hay una relación entre ambas variables, posiblemente al número tan poco representativo de hembras grávidas. A pesar de ello, el intervalo en el número de embriones (13 a 42) no presenta diferencias significativas con los trabajos realizados por Branstetter, (1981); Castro, (1983); Chen *et al.* (1988),



Last y Stevens, (1993); con excepción del número mínimo de cuatro embriones registrado por Castillo-Géniz y Márquez, (1996), en Anislado, (2000) esto último se atribuye a que se ha observado que las hembras preñadas, al ser capturadas, abortan un número considerable de neonatos. Por lo tanto, es necesario recabar más información que permita una mejor estimación de la relación entre el número de embriones y la talla de la hembra.

En el presente estudio la longitud total de la hembra preñada más pequeña fue de 220 cm y mientras que la talla reportada por Stevens y Lyle (1989) fue de 200 cm de LT, Chen, Leu y Joung (1988) y Chen *et al.* (1990), reportaron una talla de 210 cm de LT en Taiwán y Compagno (1984), que la madurez sexual para las hembras de aguas de Mozambique fue a partir de los 212 cm de LT. Sin embargo, Branstetter (1987) y Stevens (1987), han citado un valor mas alto, a los 250 cm de LT, talla a la cual en trabajos previos de otros autores y en el presente se ha observado que las hembras registradas presentan esta condición.

De esta manera, la talla de madurez sexual para machos y hembras obtenidos en el presente estudio concuerdan con los resultados de los autores antes mencionados. Por otra parte, Springer (1971), Stevens (1987) y Branstetter (1987) quienes indican que las hembras tienen una mayor talla que los machos de la misma condición sexual y Branstetter señaló que la edad de madurez es de 15 años para hembras y entre 9 y 10 años para machos aproximadamente.

## ASPECTOS PESQUEROS

### Unidades de pesca

Las embarcaciones menores tipo "A" (Uribe, 1993) son conocidas como lanchas o pangas, éstas presentan un rango de eslora de entre 7.50 y 9.72 m, con una manga de 1.0 a 2.50 m, con una capacidad de captura de 1.50 a 2 toneladas y una autonomía de uno a tres días. Los motores son fuera de borda con diferentes potencias, de 40 hasta 115 CF. El material de su casco es de fibra de vidrio y en ocasiones con partes de madera.

### Equipos de pesca

Básicamente se emplean en el Golfo de México dos artes de pesca: las redes y los anzuelos. Las redes utilizadas se clasifican en: tiburonerías, cazoneras, liseras, robaleras, de arrastre y sierreras.



Las características, de éstas en términos generales, fueron: longitud total del paño individual de 72 hasta 400 metros; caída de 6 a 10 metros; abertura de malla de 30 a 45 cm, (estirada); el material de la línea es nylon y polietileno, el de la malla es de seda sintética y poliamida. En el caso de las redes cazoneras, existen algunas que tienen longitudes entre los 460 y 900 m, una caída de 6 m y una abertura de malla de 12.5 cm hechas de nylon y polietileno.

Los anzuelos (cimbras y palangres) en general, presentan las siguientes características: una línea madre o principal de entre 1,600 hasta 7,000 m y en ocasiones las cimbras se componen de varios tramos individuales; los reinales presentan un rango de 1.20 - 2.43 m; los anzuelos utilizados son el japonés del No. 3, 4 y 5 y el de garra de águila del No. 3 y 4, variando en número de 200 a 800 anzuelos.

En la Figura 17, se muestra el número de tiburones capturados con redes y anzuelos, siendo este último el más utilizado dentro de la pesca artesanal en el Golfo de México.

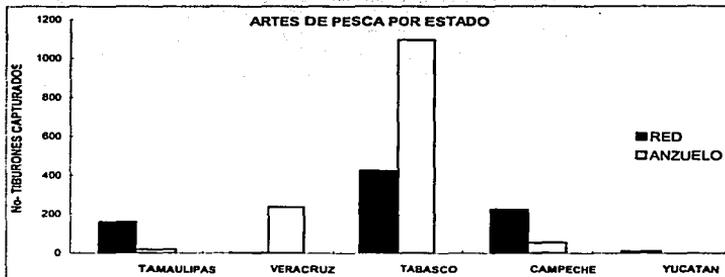


Fig. 17. Artes de pesca utilizados por estado para la captura de *S. lewini* en el Golfo de México, durante el periodo de noviembre de 1993 a diciembre de 1994.

En el presente estudio, los tiburones registrados en las capturas por anzuelo fue 64.75 % siendo este arte de pesca el mas representativo y el resto de las capturas fueron por redes en un 35.24 % (Fig. 18). Tanto organismos neonatos como adultos son capturados con la misma frecuencia con redes o con anzuelos, siendo las redes las que capturaron a organismos mas pequeños dadas las características de este arte de pesca y en el caso de los anzuelos, los organismos de tallas mayores son los que se capturaron con más incidencia.

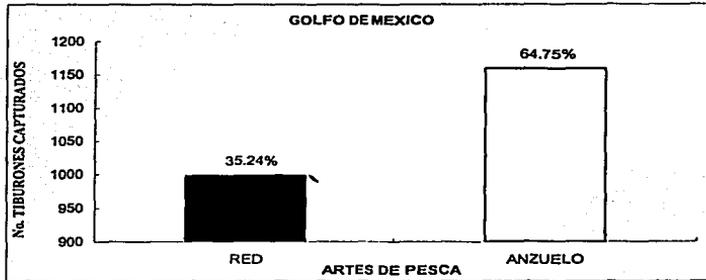


Fig. 18. Número de tiburones martillo, *S. lewini*, capturados con redes y anzuelos en todo el Golfo de México en el periodo de noviembre de 1993 a diciembre de 1994.

Los siguientes porcentajes que se dan a conocer son el total de todo el Golfo de México representado por cada estado, teniendo en Tamaulipas se utilizaron redes cazoneras con mayor frecuencia, siendo el 13.86% que los anzuelos, 1.30%. En el caso de las redes, éstas capturan organismos de pequeñas tallas. En Veracruz se utilizaron más las cimbras y palangres, presentando un 15.89% del total de todo el Golfo de México, las cimbras capturan organismos de tallas mayores a los 2 m de LT y el palangre a organismos juveniles.

En Tabasco se emplearon las redes "agalleras" en un 56.4%, que capturan en mayor cantidad a organismos de tallas pequeñas (neonatos y juveniles), sin embargo, los equipos con anzuelos (palangres) que estuvieron representados por un 79.02%, capturan de igual manera a los cazones y juveniles. En Campeche, se utilizaron redes en un 43.6% que capturan principalmente a los cazones, siendo éstas las más empleadas, en cambio los anzuelos con un 6.93%, llamados cimbras, se emplean para la captura de tiburones de tallas grandes (Fig. 19). En la Tabla 8 se detallan los datos exactos de la captura de la especie *Sphyrna lewini* con redes y anzuelos junto con el total por estado. En Yucatán, debido a la procedencia de los datos no se analizó el porcentaje del empleo de las dos artes de pesca utilizadas.

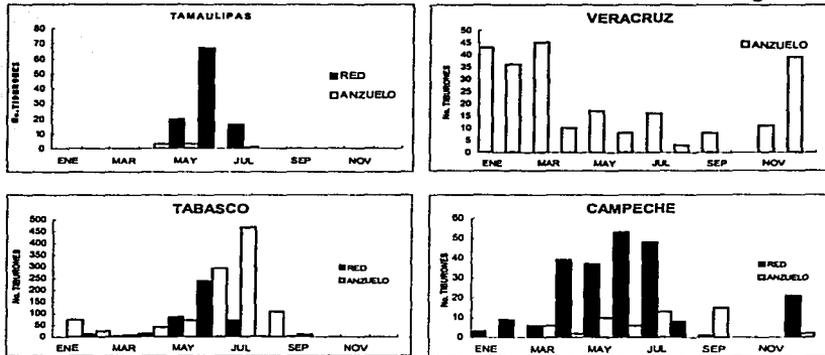


Fig. 19. Número de tiburones capturados mensualmente con redes y anzuelos por estado en el periodo de noviembre de 1993 a diciembre de 1994.

Tabla 8. Número de organismos de *Sphyrna lewini* capturados con redes y anzuelos por estado.

Estado	RED	ANZUELO
Tamaulipas	104	18
Veracruz	-	219
Tabasco	423	1089
Campeche	223	52
Yucatán	-	-
Total	750	1378

A pesar de que hay un registro mayor de organismos capturados con anzuelos, es importante notar que en ambas artes de pesca se observa una misma proporción, tanto organismos de tallas pequeñas (inmaduros) como organismos de tallas grandes, siendo estas últimas en menor volumen, es decir, no se considera que las cimbras o palangres sean selectivas en cuanto a la talla del organismo (Fig. 20). Por lo tanto, si estos dos tipos de artes de pesca, son selectivos capturando



a los organismos de menor talla con mayor frecuencia, deberán ser modificadas en cuanto al tamaño de abertura de malla o su empleo en ciertas temporadas de captura que no quedaran atrapados los ejemplares más pequeños dejando que éstos maduraran mucho más tiempo.

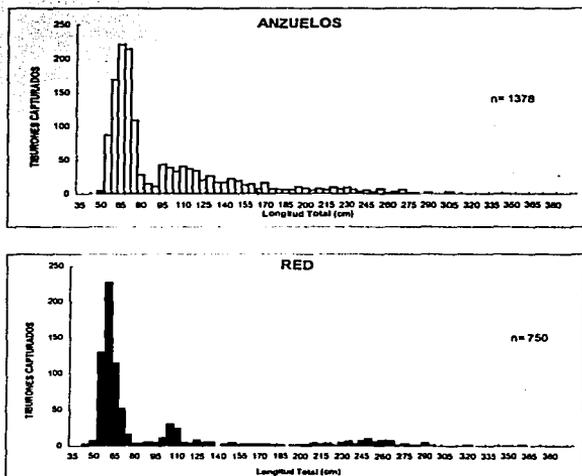


Fig. 20. Número de organismos capturados con redes y anzuelos respecto a la estructura de tallas de *Sphyrna lewini* en el periodo de enero a diciembre de 1994.



## CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

La abundancia relativa es un índice que se emplea en las poblaciones donde no es posible estimar con precisión su tamaño total, y su utilización principal sirve para detectar cambios en la densidad poblacional Schaeffer, (1995). Sin embargo, es importante considerar que en muchos casos, la CPUE no siempre es representativa de la abundancia, principalmente cuando el esfuerzo aplicado sobre una población es mínimo en tiempo o volumen de capturas (Hilborn y Walters, 1992).

El índice de CPUE utilizado fue calculado como el número de organismos capturados mensualmente entre el número total de viajes, debido a que se le consideró como la unidad más confiable y real. La CPUE se calculó solo para Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche (Fig. 21). La CPUE se calculó para machos y hembras, sumándose los tiburones capturados mensualmente en cada uno de los estados.

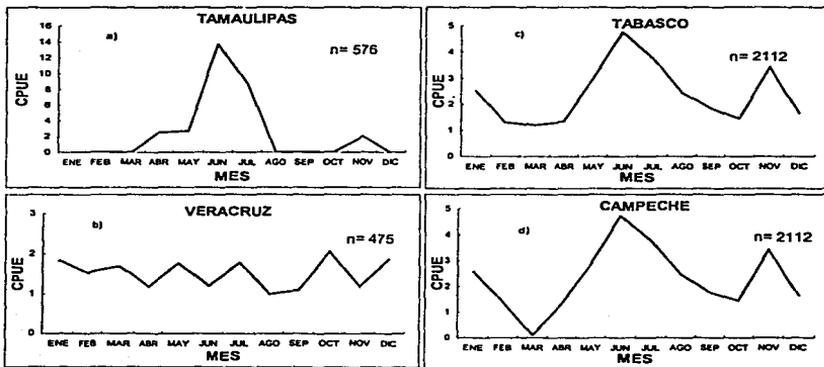


Fig. 21. Captura por unidad de esfuerzo de *Sphyrna lewini*, tomando como unidad de esfuerzo pesquero el número de viajes exitosos en el periodo de enero a diciembre de 1994.



Para *S. lewini* se encontró que el número de viajes para el estado de Tamaulipas fue de 4 como mínimo en mayo y 30 como máximo en julio con una CPUE mínima de 2.5 en abril y CPUE máxima de 13.73 en junio tiburones respectivamente y un promedio de  $5.928 \pm 0.112$  tiburones capturados por viaje anual (Fig. 21 a).

En Veracruz el número de viajes fue de 67 en diciembre y 3 en agosto con una CPUE de 1 en agosto y una CPUE máxima de 2.06 en octubre. Anualmente se registró una captura promedio de  $1.519 \pm 1.52$  tiburones capturados por viaje (Fig. 21 b).

Tabasco osciló entre 3 en diciembre y 207 en agosto viajes con una CPUE mínima de 1.2 en marzo y una CPUE máxima de 4.76 en junio de tiburones. La captura promedio que se obtuvo en este estado fue de un total anual de  $2.433 \pm 0.025$  tiburones capturados por viaje (Fig. 21 c).

En Campeche el número de viajes se encuentra entre 3 en diciembre y 207 en agosto con una CPUE mínima de 0.1 en marzo y una CPUE máxima de 4.73 en junio. A nivel anual la captura promedio que se registró fue de  $2.29 \pm 0.027$  total de tiburones capturados por viaje (Fig. 21 d).

En todo el Golfo de México el número promedio de viajes fue de 13.65 a 1.02 con una captura promedio anual de  $3.547 \pm 0.077$  tiburones capturados por viaje (Fig. 22).

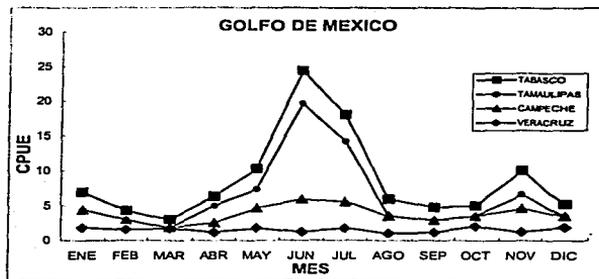


Fig. 22. Captura por unidad de esfuerzo de *Sphyrna lewini* en el Golfo de México de enero de 1994 a diciembre de 1994.



En la Tabla 9 se da un resumen de los resultados de las capturas en número de tiburones, del número total de viajes, la CPUE, captura máxima y mínima y mensual por estado.

	ESTADO												PROMEDIO	ERROR EST.		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
MEXICO																
<b>TAMAULIPAS</b>																
# TOTAL DE VIAJES					4	21	30	10								
CAPTURA TOTAL (CPE)					10	52	417	80								
CAPTURA PROMEDIO (CPUE)					2.5	2.47	13.9	8.0								5.93
CAPTURA MAXIMA					5	10	31	3								
CAPTURA MINIMA					1	1	1	2								
<b>TEACAPUS</b>																
# TOTAL DE VIAJES	57	24	20	11	9	5	9	3	15	45	31	67				
CAPTURA TOTAL (CPE)	59	37	51	13	15	6	14	3	11	93	37	133				
CAPTURA PROMEDIO (CPUE)	1.04	1.54	2.55	1.18	1.72	1.2	1.56	1	0.73	2.06	1.19	1.87			1.55	0.17
CAPTURA MAXIMA	14	17	17	2	6	2	4	1	3	15	2	11				
CAPTURA MINIMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
<b>TABASCO</b>																
# TOTAL DE VIAJES	28	29	15	47	25	119	207	69	20	24	35	3				
CAPTURA TOTAL (CPE)	74	30	12	63	27	294	793	149	37	25	15	5				
CAPTURA PROMEDIO (CPUE)	2.64	1.03	0.8	1.34	1.08	2.47	6.78	2.15	1.85	1.04	0.43	0.15			1.86	2.41
CAPTURA MAXIMA	15	6	2	4	2	20	27	25	6	4	3	3				
CAPTURA MINIMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
<b>CAMPESHE</b>																
# TOTAL DE VIAJES	20	27	12	47	69	172	207	67	22	24	30	3				
CAPTURA TOTAL (CPE)	20	31	11	63	149	567	651	184	36	26	176	5				
CAPTURA PROMEDIO (CPUE)	1.0	1.15	0.92	1.34	2.16	3.29	3.19	2.73	1.64	1.08	5.87	1.67			3.3	0.02
CAPTURA MAXIMA	15	6	2	4	2	21	21	25	6	4	37	2				
CAPTURA MINIMA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

Tabla 9. Número de viajes de pesca y capturas numéricas de tiburones en embarcaciones menores, en el periodo de enero a diciembre de 1994.

Los resultados anteriores permiten visualizar que existió una mayor captura de organismos en los meses de junio y julio, así mismo los meses en que se observa un incremento en los viajes, se presenta desde mayo hasta julio. Es necesario mencionar que en cada Estado o campamento pesquero se hicieron las observaciones que fueron posibles, de acuerdo a los muestreos, evidentemente en algunos estados se registraron mayor número de viajes que en otros.

Fue observado que diferentes números de viajes presentan un comportamiento proporcional, esto es, conforme aumenta el esfuerzo de pesca aumentan las capturas. Esto se ve principalmente en los meses de mayo a agosto en Tabasco, Tamaulipas y Campeche.

En el Golfo de México se observa que las capturas mayores se dan de mayo a julio lo que permite confirmar con base en la bibliografía, que señala que la época de alumbramiento tiene periodos de dos a tres semanas a finales de la primavera, entre mayo y junio (Branstetter, 1981; Parsons, 1987). Por otra parte las tallas de los organismos pequeños se encuentran en este periodo del año a lo largo de todo el Golfo (Fig. 23 y 24).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

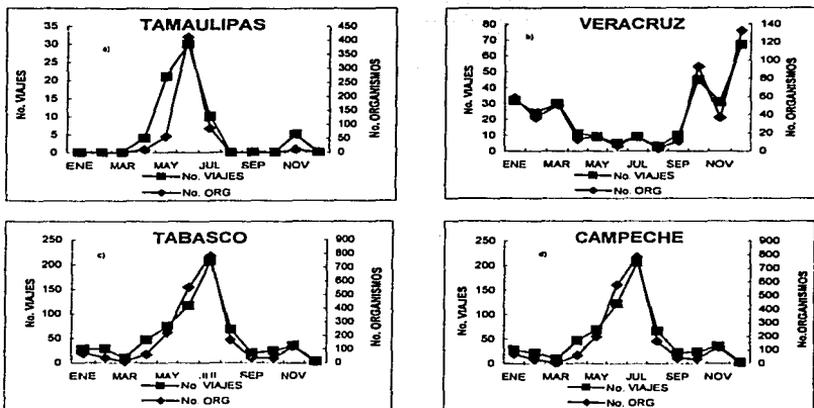


Fig. 23. Número de viajes de pesca y capturas de tiburones mensuales registrados para las embarcaciones menores en cada estado del Golfo de México, de enero a diciembre de 1994.

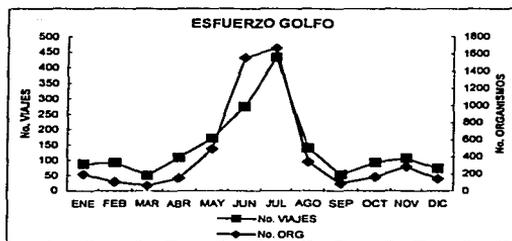


Fig. 24. Capturas en número de tiburones por embarcaciones menores en el periodo de enero a diciembre de 1994 en el Golfo de México.



## 8. CONCLUSIONES

El tiburón martillo *Sphyrna lewini* se considera una especie de importancia comercial en el Golfo de México y ocupa el cuarto lugar dentro de la pesquería artesanal en dicho litoral.

Del total de tiburones capturados (25,344), el 12.18 % correspondió a *Sphyrna lewini* para el Golfo de México. Mientras que la mayor abundancia de esta especie se presentó en el estado de Tabasco con el 69.28%.

El reclutamiento de la pesquería del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, se observa desde los neonatos hasta los adultos, siendo los organismos inmaduros con mayor frecuencia de capturas, contribuyendo conjuntamente con el 70.83 % de la captura total. De esto el porcentaje de hembras y machos inmaduros están representados con el 35.4 % y 35.4 % respectivamente, el porcentaje de organismos maduros fue 26.9 % para machos y 2.3 % para las hembras.

La estructura de tallas estuvo comprendida por una talla promedio de machos de 96.97 cm LT, para hembras de 70.80 cm LT y para ambos sexos de 85.12 cm LT. La talla mínima fue de 40 cm LT y la talla máxima se registró en un rango de 298 cm LT-311 cm LT.

La proporción de sexos de *Sphyrna lewini* fue de 1 : 0.96 hembras por machos en el Golfo de México.

El modelo que describió la relación de la LT respecto a la LF fue:  $y = 1.2859x + 0.812$  con un coeficiente de determinación de  $r^2 = 0.98$ , indicando que el grado de asociación entre ambas variables óptimo. Y el modelo que describe la relación entre la LT y el peso entero es de tipo exponencial,  $W = 1.83 \times 10^{-6} (LT)^{3.1344}$  con una  $r^2$  de 0.9736.

La talla mínima de madurez sexual observada para las hembras fue de 220 cm de LT, mientras que para los machos la longitud media de primera madurez estimada fue de 161 cm de LT.

El porcentaje de organismos capturados con redes fue de 35.2 % y con anzuelos 64.8 %, no siendo selectivas en cuanto a la talla del organismo ya que en ambas artes de pesca se observa una proporción similar tanto para organismos de tallas pequeñas (inmaduros), como para organismos de



tallas grandes (maduros), siendo estas últimas en menor volumen. El palangre fue el arte de pesca mas utilizado por las embarcaciones menores tipo panga (64.75 %).

La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), permitió determinar que existe una mayor abundancia a finales de la primavera y verano a lo largo de todo el Golfo de México, estimándose una captura promedio anual de  $3.547 \pm 0.077$  tiburones por viaje.

La alta incidencia de organismos inmaduros del tiburón martillo *S. lewini*, en las capturas desembarcadas en el litoral del Golfo de México, a pesar de que tiene una alta productividad biológica muestra que esta especie es vulnerable a intensos y prolongados regímenes de pesca. Por lo que debe adoptarse precauciones con el fin de no provocar un efecto negativo en la población a futuro.

#### RECOMENDACIONES

Implementar un sistema de monitoreo permanente de tiburones que conduzca a obtener información básica sobre biología, ciclo de vida, pesquería, migración y factores abióticos de *Sphyrna lewini*, que permita tener las bases científicas necesarias para proponer un sistema de manejo sostenido del recurso tiburón.

Instaurar, por parte de las autoridades competentes, un sistema de registro detallado de las características de capturas y esfuerzo por especie que permitan realizar evaluaciones pesqueras poblacionales (bitácoras).

Implementar estudios en las posibles áreas de crianza *Sphyrna lewini* con el fin de evaluar la posibilidad de limitar la captura en esas zonas, para permitir que los organismos de reciente nacimiento puedan reclutarse a la población.

Capacitación y asesoramiento a personal técnico, servicio social, tesisistas, respecto a técnicas muestreo y registro de la información concerniente a los desembarques de las diferentes flotas que operan en el Golfo de México.



Estudios de selectividad de las artes de pesca que capturan organismos de *Sphyrna lewini*, tomando en consideración, cuáles son los que mas se utilizan.

Evitar nuevos permisos de pesca de tiburón de acuerdo al enfoque precautorio establecido en 1993 de no renovar permisos excepto en el caso que no impliquen incremento en el esfuerzo de pesca existentes.

Continuar y promover los estudios de edad, crecimiento, demografía y el impacto que a largo plazo tendrá la pesca sobre su población; todo esto con el objetivo de implementar medidas de regulación.



## 9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Andrade González, 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, V. 1995. Determinación de la edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el Pacífico Central mexicano. Tesis de Licenciatura, UNAM. 68 pp.

Anislado-Tolentino, V. 2000. Ecología pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834), en el Pacífico Central Mexicano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 142 pp.

Applegate, S. P., L. Espinoza-Arrubarena, L. Menchaca y F. Sotelo. 1979. Tiburones mexicanos. Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica. Dir. Gral. de Ciencia y Tecnología del Mar. México. 146 pp.

Applegate, S. P., L. Espinoza-Arrubarena, L. B. y F. Sotelo Macías. 1993. An overview of mexican shark fisheries, with suggestions for shark conservation in Mexico. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Report NMFS 115: 31-37.

Bonfil, R.; Mena Aguilar, R. y De Anda Fuentes, D. 1988. El recurso tiburón y cazón en el sureste de México. En: Los Recursos Pesqueros del País. Secretaría de Pesca, México. 421-439.

Bonfil, R. 1990. 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.

Bonfil, R. 1997. Status of shark resources in the southern of Mexico and Caribbean: Implications for management. Fisheries Research. 29: 101-117.



Branstetter, S. 1981. Biological notes on the sharks of the north central Gulf of Mexico. Contrib. Mar. Sci. 24: 13-34.

Branstetter, S. and J. D. Mc Eachran. 1986. Age and growth of four Carcharhinidae sharks common to the Gulf of Mexico: a summary paper. En: Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo Pacific Fishes. Ichthyological Soc. Japan. 361-371.

Branstetter, S., J. A. Musick and J. A. Colvocoresses. 1987a. A comparison of age and growth of the tiger shark, *Galeocerdo cuvieri*, from off Virginia and from the northwestern Gulf of Mexico. Fish Bull. Vol. 85(2):269-279.

Branstetter, S. 1987b. Age, growth and reproductive biology of silky shark, *Carcharhinus falciformis* and scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the north western Gulf of Mexico. Envir. Biol. Fishes. 19: 161-173.

Branstetter, S. 1987c. Biological parameters of the sharks of the northwestern Gulf of Mexico in relation to their potential as a commercial fishery resource. Diss. Abst Int. Pt. B-Sci and Eng. Vol. 47, 7. 151.

Branstetter, S. 1991. Shark early life history: one reason sharks are vulnerable to overfishing en: Discovering Sharks. American Littoral Society Special Publication no. 14:29-34.

Castillo-Géniz, J. L. 1989. Tiburones. Rev. Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 14:13-18.

Castillo-Géniz, J. L. 1990. Contribución al conocimiento de la biología y la pesquería del cazón bironche, *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert, 1882), (Elasmobranchii, Carcharhinidae) del sur de Sinaloa, México. Tesis Profesional. UNAM. México. 128 pp.

Castillo-Géniz, J. L. 1991. Tiburón. Panorama Pesquero. Órgano Informativo de la Cámara de la Industria Pesquera. México. 1 (3): 27-31 julio-agosto.



Castillo-Géniz, J. L. 1992. **Diagnóstico de la pesquería de tiburón de México.** INP-Secretaría de Pesca. 76 pp.

Castillo-Géniz, J. L. 1993. **The mexican shark fishery and its future.** En : Proceedings of an International Workshop on the Conservation of Elasmobranches Held at Taronga Zoo, Sydney, Australia, 24 February 1991. 31-32.

Castillo-Géniz, J. L. y J. F. Márquez-Farías, 1993. **La pesquería de tiburón en México: una revisión histórica del Golfo de México.** Programa Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras del Recurso Tiburón. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Pesca. México. 24 pp.

Castillo-Géniz, J. L., V. A. Cid del Prado, V. S. R. Soriano, V. F. Sancho, F. J. F. Márquez y S. C. Ramírez. 1997. **Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas, INP. SEMARNAP. Primer informe anual.** 53 pp.

Castillo-Géniz, J. L. y S. Soriano. 1997. **El tiburón: Conservación y pesca en México y el mundo.** INP. SEMARNAP. 28 pp.

Castillo-Géniz, J. L., J. F. Márquez-Farías, C. Rodríguez de la Cruz, E. Cortés and A. Cid del Prado Vera. 1998. **The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery.**

Castro Aguirre, J. K. 1969. **Contribución al estudio de los tiburones de México.** Tesis Profesional Esc. Nal. Cienc. Biol. IPN. México. 262 pp.

Castro, J. L. 1983. **The sharks of North American waters.** Texas A & M University Press. Texas, USA. 179 pp.

Castro, J. L. and J. P. Wourms. 1993. **Placentation and embryonic development of the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*.** Reproduction, J. of Morphology. 218:257-280.



Chen, C. T., T. C. Leu and J. Joung. 1988. Reproduction in the female scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in Northeastern Taiwan waters. US.Fish. Wild. Serv. Fish. Bull. 86 (2): 389-393.

Chen, C. T., C. Leu y N Ch. Lou. 1990. Age and growth of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, in Northeastern Taiwan Waters. Pac. Sci. University of Hawaii Press. 44: 156-170.

Clarke, E. and K. Von Schmidt, 1965. Sharks of the central Gulf of coast Florida. Bull Mar. Sci. 15: 13-83.

Clark, M. R. and Tracey, D. M. 1994. Changes in a population of orange roughy, *Hoplostethus atlanticus*, with commercial exploitation on the challenger Plateau, New Zeland. Fish. Bull., 92: 236-253.

Clarke, T. A. 1971. The ecology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii. Pacific Sci. 25:133-144.

Compagno, L. J. V. and R. Vergara. 1978. Sharks. En: W. Fischer (Ed.) FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic, Fishing Area 31. FAO. Rome, Vol 5.

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

Compagno, L. J. V. 1984. Species catalogue. Sharks of the world an annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Parts, 1&2. FAO Fish. Synop. (125) Vol. 4:251-655.

Compagno, L. J. V. 1990a. Alternative life-history of cartilaginous fishes in time and space. Environmental Biology of fishes 28(1-4):33-75.

Compagno, L. J. V. 1990b. Shark exploitation and conservation. Elasmobranchs and living resources. U. S. Dept. Commerce. NOAA Technical Report NMFS 90:391-414.



Compagno, L. J. V. 1990c. **The evolution and diversity of sharks.** En *Discovering shark.* American Littoral Society, Special Publication. 14: 15-22.

Compagno, L. J. V. 1999. **FAO Species catalogue. Sharks of the world.** An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. FAO Fish. Synop. In Press.

De la Lanza, G. E. 1991. **Oceanografía de mares mexicanos.** 1ª edición. AGT editores. México, D.F. 569 pp.

Del Rosario, R. C. 1998. **Contribución al conocimiento de la biología y pesquería del tiburón blanco *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1939), de las costas del Pacífico de Guatemala.** Tesis de Licenciatura Acuicultura. Universidad de San Carlos de Guatemala, CEMA. 74 pp.

Dodrill, 1977 en Branstetter, S. 1987. **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. 19(3): 161-173.

Fisher, W.; Krupp, F.; Schneider, W.; Sommer, C.; Carpenter, K. E. y Neim, V. H. 1995. **Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados Parte I.**

Galván-Magaña, F. Nienhuis, Henk, J. y Klimley, A. 1989. **Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico.** *California Fish and Game.* 75 (2): 74-84.

García, De Miranda, 1978. **Apuntes de climatología.** Facultad de Ciencias, UNAM. México. 153 pp.

Garrick, J. A. F. 1982. **Sharks of the genus *Carcharhinus*.** NOAA. Tech. Rep. NMFA, Circ. 445. Dept. Commerce, Washington D.C. 194 pp.



Gilbert, C. R. 1967a. **Proceedings of the National Museum**. Smithsonian Institution 119 (3539): 1-98. Washington, DC, USA.

Gilbert, C. R. 1967b. **A taxonomic synopsis of the hammerhead sharks .USA**. 69-77.

Gruber, S. H. 1991. **From egg to placenta: placental reproduction in sharks discovering sharks**. American Litoral Society, Special Publication no. 14:61-63.

Gulland, 1983. **El porque de la evaluación de poblaciones**. FAO, Circulares de Pesca. No. 759. Roma, Italia.

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

Hernández, Carballo A. 1971. **Pesquerfas de los tiburones en México**. Tesis de Licenciatura. ENCB. IPN, México. 123 pp.

Holden, M. J. 1973. **Are long term sustainable fisheries for Elasmobranch possible?. J: du Conseil Rapports et Proces Veraux, Réun. Cons. Int. Explor. Mer.** 164:360-367.

Holland, K. N., B. M. Wetherbee, J. D. Peterson and C. G. Lowe. 1993. **Movements and distribution of hammerhead shark**. Shark pups on their natal grounds. COPEIA. (2): 495-502.

Kato, S. and A. Hernandez. 1967. **Shark tagging in the eastern Pacific Ocean. 1962-1965** In: Gilbert, P. W., R. F. Mahewson and D. P. Rall ( Eds) **Sharks, skates and rays**, Baltimore, M., John Hopkins Press. 93-109 pp.

Klimley, A. P. 1981a. **A schooling of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in the Gulf of California**. 356-360 p.

Klimley, A. P. 1981b. **Grouping behavior in the scalloped hammerhead**. Oceanus 24 (4): 65-71.



Klimley, A. P. and D. R., Nelson. 1984. **Diel Movement Patterns of teeth scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) in relation to el Bajo Espiritu Santo: a refuting central-position social system.** En Behavioral Ecology and Sociobiology (Springer-Verlag). 15:45-54.

Klimley, A. P. and S. B. Butler. 1988. **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. 49: 11-20.

Klimley, P. 1990. **Highly directional swimming by *Sphyrna lewini* in relation to subsurface irradiance and temperature.** Bodega Marine Laboratory, University of California. USA.

Klimley, A. P., I. M. Cabrera and J. L., Castillo-Géniz. 1993. **Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini* del sur del Golfo de California, México.** Ciencias Marinas 19(1):95-115.

Lagler, K. F., J. E. Bardach, R. R. Miller and D. R. May Passino. 1977. **Ichthyology.** 2th edit. John Wiley & Sons, Inc. USA. 506 pp.

Last, P. R. y J. D. Stevens. 1993. **Sharks and rays of Australia.** CSIRO Information Services, PO Box 89, East Melbourne, Victoria 3002, 513 pp.

Marín, R. 1992. **Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México.** Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. 146 pp.

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

Mote Marine Laboratory. (Documento Web). 2001.

<http://www.mote.org/caluer/bimed.phtml>

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



Parson, 1983. Age, growth and reproductive biology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis* and the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of Mexico. Environmental biology of fishes (Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, ed.). 19(3): 161-173.

Pérez, Jiménez y Herrera, Venegas. 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. México.

Pratt, H. L. and J. I. Castro. 1991. Shark reproduction: parental investment and limited fisheries, an overview. En: Discovering shark. American Litoral Society, Special publication 14. 56-60.

Pratt, H. L. 1993. The storage of spermatozoa in the oviducal glands of western north atlantic sharks. Environmental Biology of Fishes. 38: 139-149.

Pratt, H. L. y Tanaka. 1994. Sperm storage in male elasmobranchs: A description and survey. Journal of Morphology. 219: 297-308.

Rodríguez de la Cruz, C., J. L. Castillo-Géniz y J. F. Márquez-Farías. 1996. Evaluación de la pesquería de tiburón del Golfo de México. Reporte final del proyecto de investigación científica CONACYT. Clave 116002-1314N- 9206. 300 pp.

Ronquillo, B. K. 1999. Aspectos biológicos y pesqueros del tiburón aleta de cartón, *Carcharhinus falciformis* (Bibrón 1839) de las aguas del Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 110 pp.

Rusell, S. J. 1993. Shark bycatch in the northern Gulf of Mexico tuna longline fishery, 1988-1991, with observations on the nearshore directed shark fishery. Conservation biology of Elasmobranchs. NOAA. Technical report NMFS 115:19-29.

Secretaría de Pesca 1994. Anuario Estadístico de Pesca. México.



Secretaría de Pesca. 1998. **Anuario Estadístico de Pesca**. México. 580 p.

Salazar-Hermoso, F. y C. G. Villavicencio. 1999. **Abundancia relativa de la guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856) (Pises: Rhinobatidae) en Bahía Almejas, Baja California Sur, de 1991 a 1995.** UABCS, México. *Ciencias Marinas* 25(3): 401-422.

Saucedo, C. 1982. **Estudio sobre algunos aspectos biológico-pesqueros del tiburón de la zona sur de Sinaloa.** Memoria profesional, Esc., Cienc., Mar. UAS, México. 80 pp.

Schaeffer, M. B. 1995. **Algunos aspectos de la dinámica de las poblaciones y su importancia para la administración de pesquerías marinas comerciales.** Bol. Com. Interam. Atún Trop., 1: 59-87.

Schwartz, F. J. 1983. **Shark ageing methods and age estimation of scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* and dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, based on vertebral rings counts.** NOAA Tech. Rep., NMFS: 167-174.

Sierra, R. P. 1995. **Análisis preliminar de la pesquería del tiburón en Puerto Madero, Chiapas.** 1994. Informe Final del Proyecto. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP. Salina Cruz, Oaxaca. SEMARNAP.

SEMARNAP. 2000. **Anuario Estadístico de Pesca 1999.** Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 213 pp.

Sparre, P. y S. Venema. 1995. **Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales.** Valparaíso, Chile, FAO. Documento Técnico de Pesca No. 301. 420 pp.

Soriano, V. S. y G. J. Castillo. 1999. **Descripción, evaluación y manejo de la pesquería artesanal de tiburón de Puerto Madero, Chiapas.** INP 20 pp.

Springer, S. 1979. **Report on shark fishing in the Western Central Atlantic.** FAO/WECAF. 39 pp.



Springer, S. and P. M. French. 1994. Vitamin A in shark liver oils. *Industr. Engin. Chem.* 36:190-191.

Stevens, J. D. and J. M. Lyle. 1989. Biology of three hammerhead sharks (*Eusphyrna blochii*, *Sphyrna mokarran* and *Sphyrna lewini*) from northern of Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40: 1129-146.

Tovar, J. 1995. Biología y pesquería del tiburón puntas negras *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839), de las aguas de Veracruz y Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Fac. Ciencias. UNAM. 95 pp.

Tovar, A. J. 2000. Edad y crecimiento del tiburón puntas negras, *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes 1839) en el Golfo de México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 67 pp.

Uribe, J. A. 1990. Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana.

Uribe, J. A. 1993. Distribución, abundancia, estructura y biometría de especies de tiburones capturados en la zona de Campeche, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Vélez, M. 1995. Datos estadísticos de captura y esfuerzo de la flota ribereña de Manzanillo, Colima. (1989-1994).

Villatorio, O. 1994. Diagnóstico de la pesquería del tiburón en El Salvador. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional, El Salvador. CENDEPESCA. 95 pp.

Villavicencio-Garayzar, C. J. 1996. Elasmobranquios de la Bahía Magdalena y Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar. UABCS.* 5(2): 62-65.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of the organic growth (inquires on the growth laws II) *Hum. Biol.* 181-213.



Walker, T. L. 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Mar. Freshwater Res. Inst.* 49: 53-572.

Zavala, G. 1993. Descripción de las pesquerías del tiburón durante la temporada de pampanillo 1991-1992 en Chachalacas, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Biología, ENEP. Iztacala, UNAM.



## **ANEXO I**

**Formato para el registro de datos pesqueros y biológicos colectados de la pesca artesanal de tiburón.**





FORMATO DE MUESTREO BIOLÓGICO  
Programa Tiburón  
Dirección de Análisis de Pesqueras-INP



ESTADO		FECHA		OPERACIÓN (HRS)		ZONA DE PESCA		ARTESANAL		ARTE DE PESCA				
LOCALIDAD		EMBARCACION		MUESTRADOR		ALTURA								
No.	Especie	Localidades					Peso		Sexo	Ojeo (mm)	EM	Embriones		Niños o culetas
		Tot	Fur	Pre	Pp	Pd	Total	Evis				No	Sex	
1												M		
2												H		
3												H		
4												M		
5												H		
6												M		
7												H		
8												M		
9												H		
10												M		
11												H		
12												M		
13												H		
14												M		
15												H		

Observaciones:	Otros:
Tipo Anzuelo:	No
No. Anzuelo:	
Carnada:	
Profundidad de operación:	
No. de canastas:	
Longitud total del arte:	
Red:	Luz: Caida:

MAPA	
------	--



## **ANEXO II**

**Frecuencia de tallas de *Sphyrna lewini* por estado, para machos, hembras y sexos combinados.**

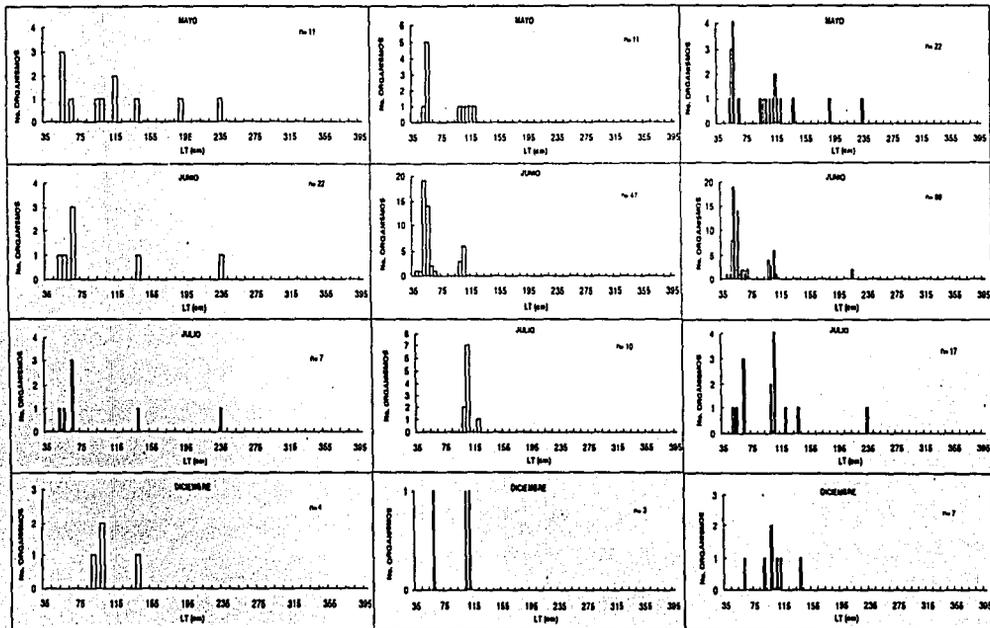
# TAMAULIPAS



MACHOS

HEMBRAS

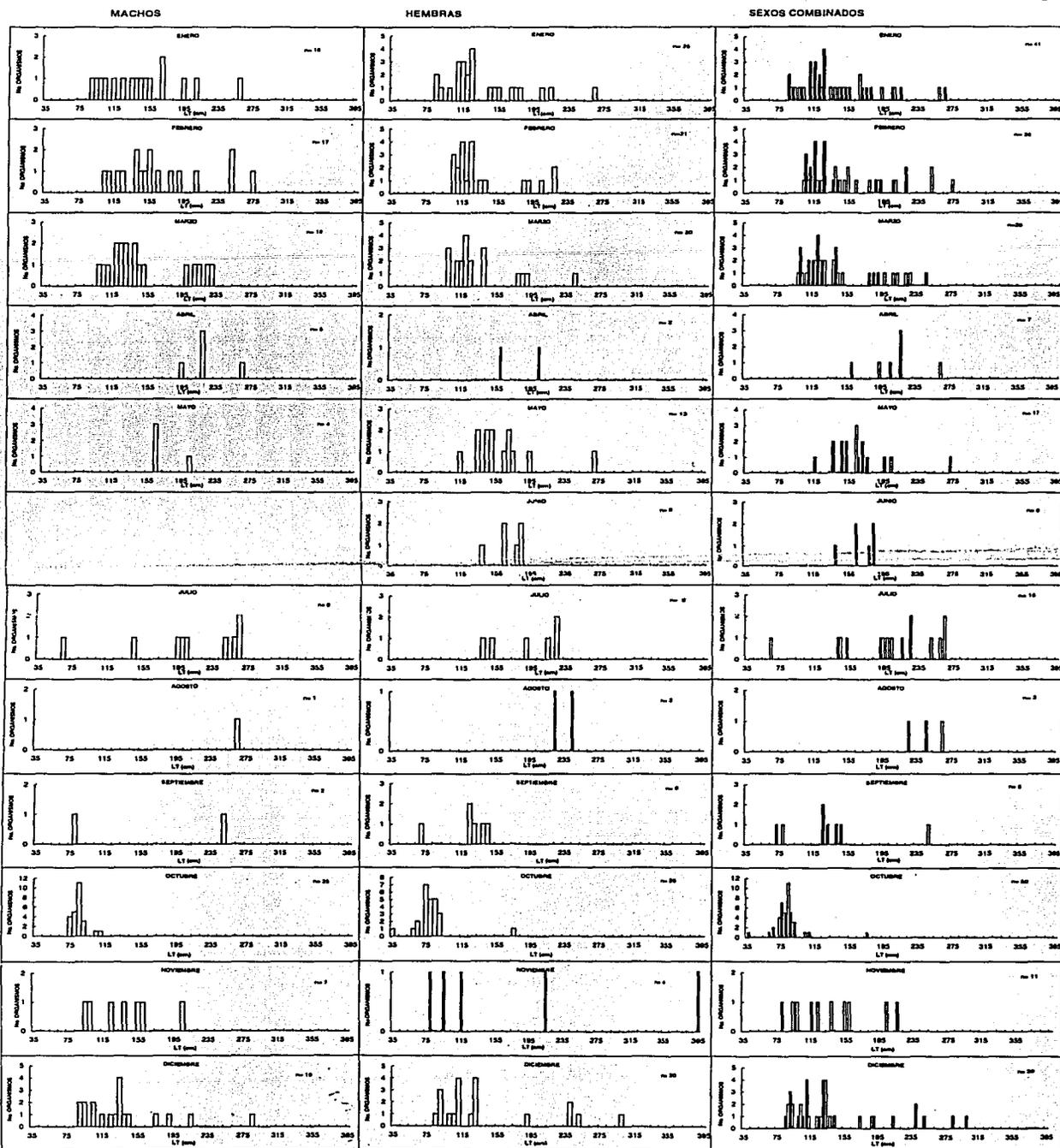
SEXOS COMBINADOS



Frecuencia de tallas de *Sphyrna lewini* en el periodo de enero a diciembre de 1994.

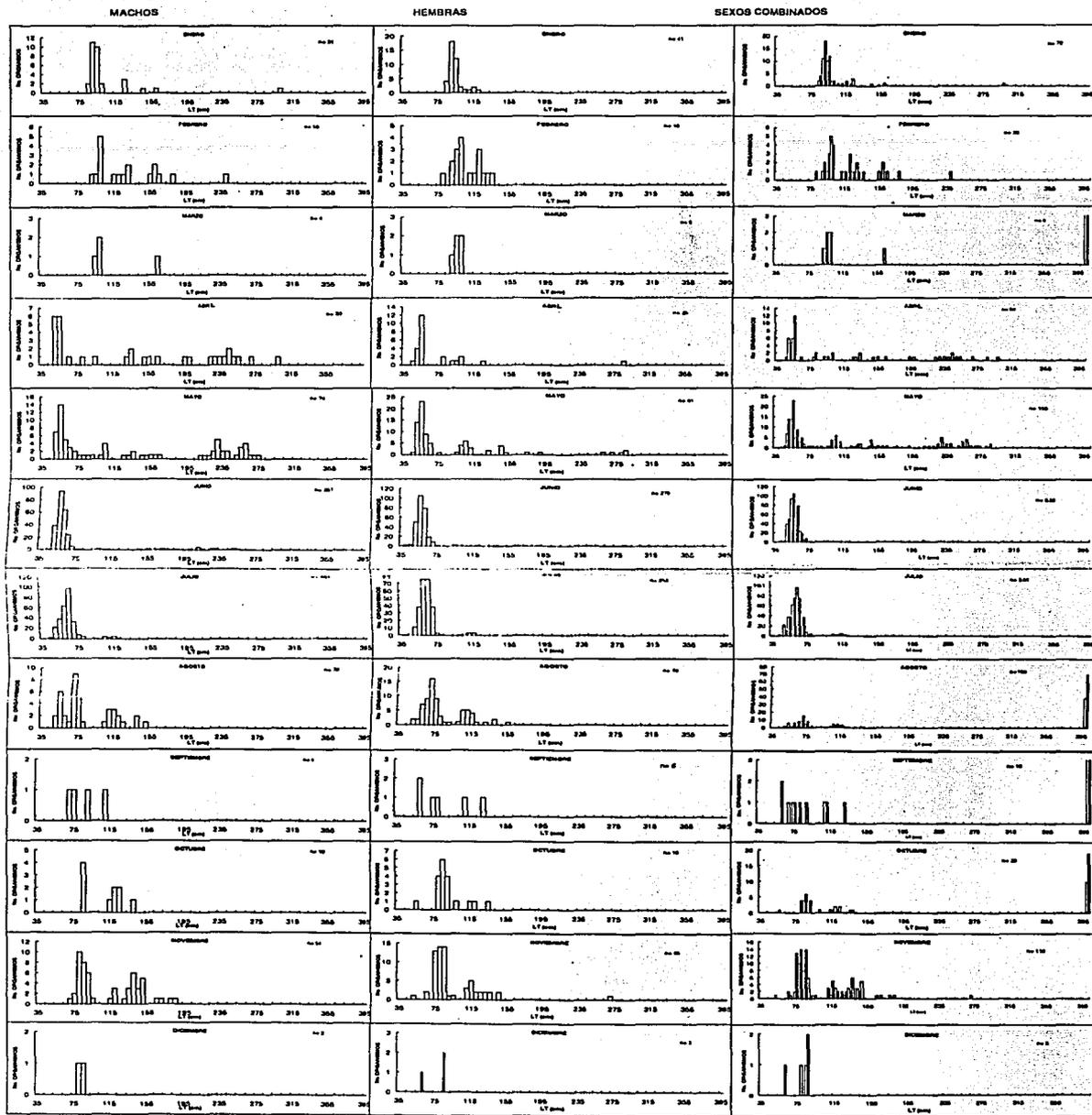
# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

VERACRUZ



Frecuencia de tallas de *Sphyrna lewini* en el periodo de enero a diciembre de 1994.

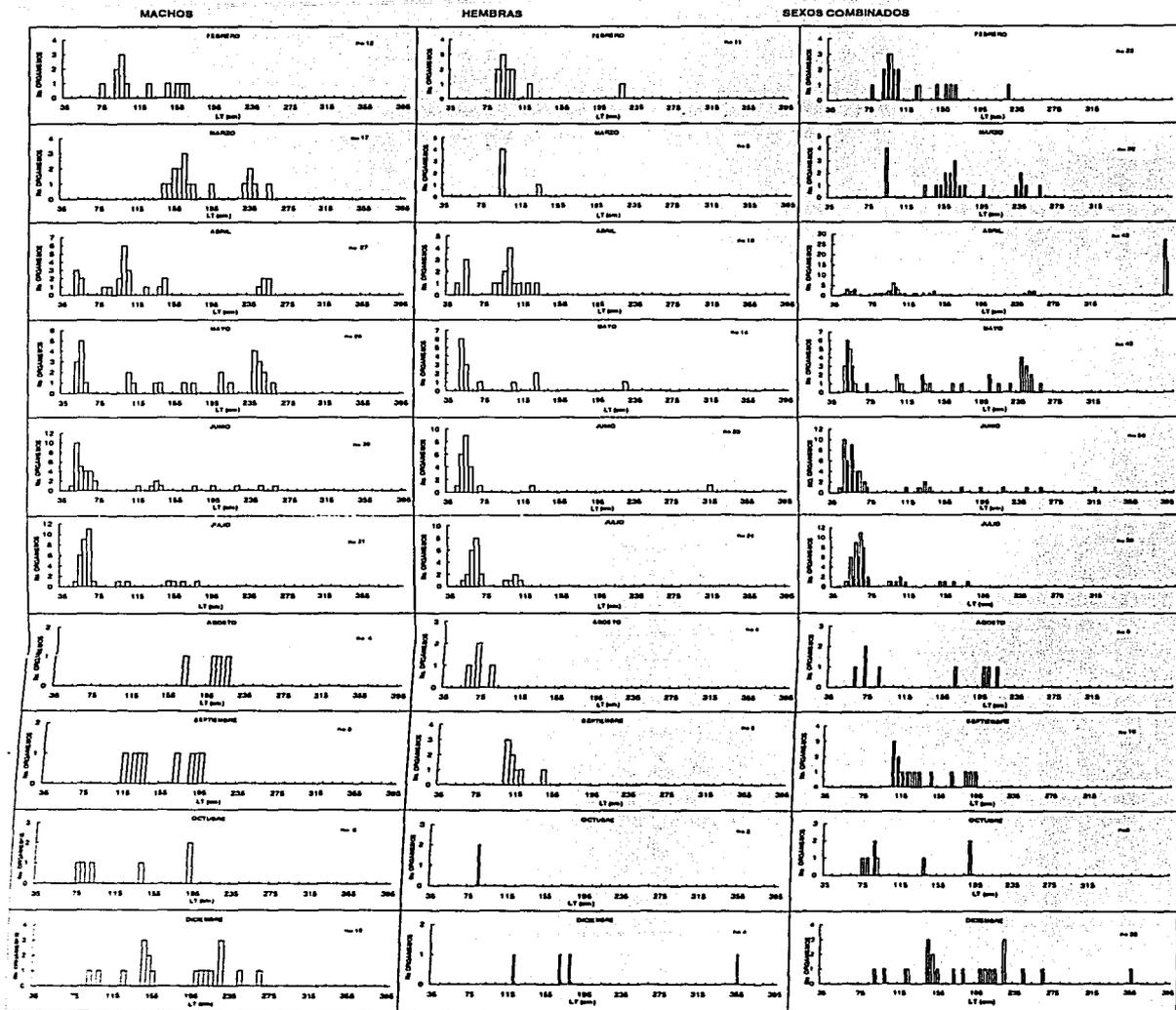
TABASCO



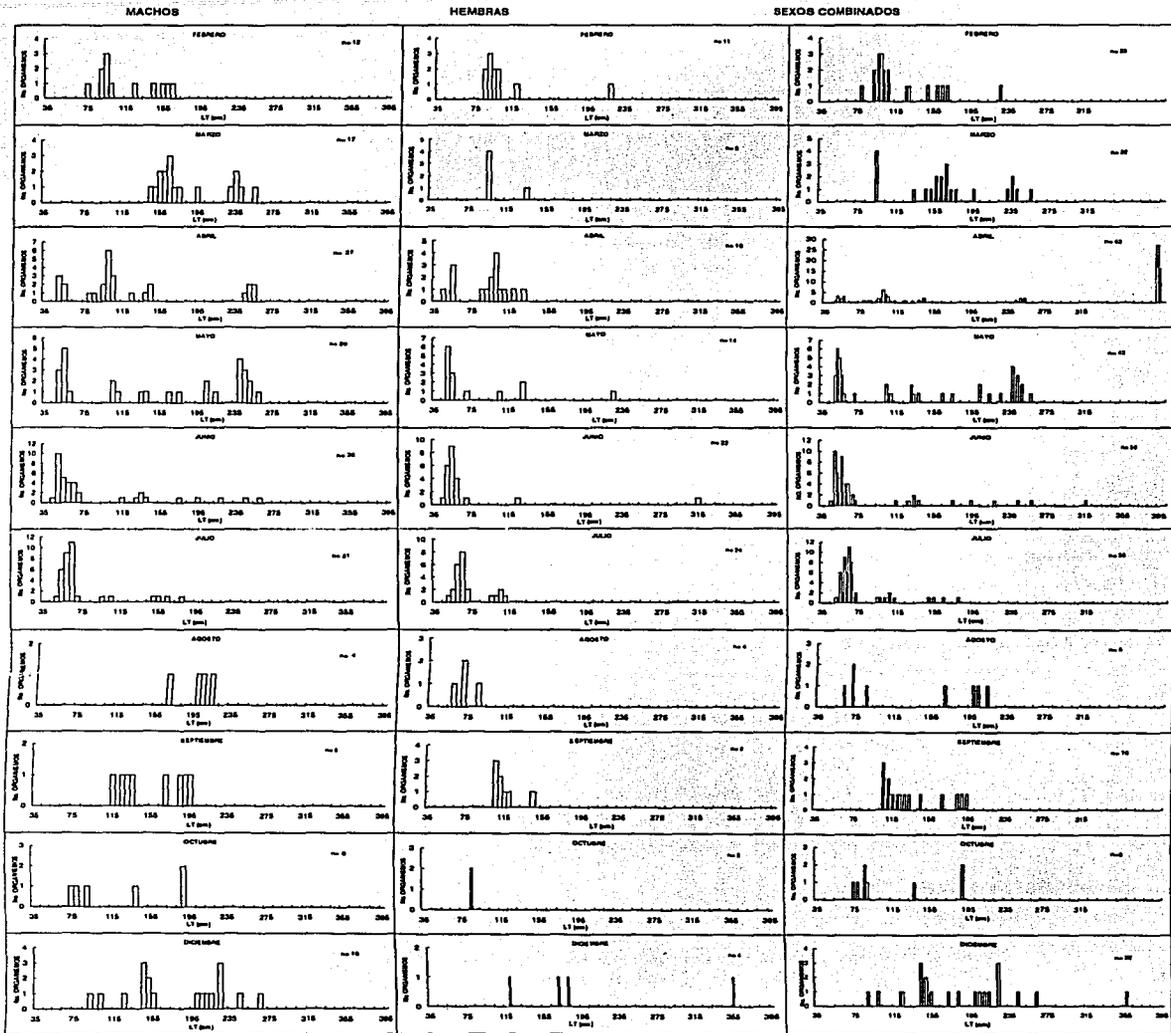
Frecuencia de tallas de *Sphyrna lewini* en el periodo de enero a diciembre de 1964.

9L

## CAMPECHE

Frecuencia de tallas de *Sphyrna lewini* en el periodo de enero a diciembre de 1994.

CAMPECHE



Frecuencia de tallas de *Sphyrna tiburo* en el periodo de enero a diciembre de 1984.

LL

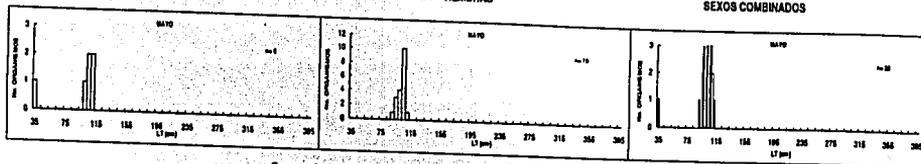
# YUCATAN



MACHOS

HEMBRAS

SEXOS COMBINADOS



Frecuencia de tallas de *Sphyrna tiburo* en el periodo de enero a diciembre de 1994.