

## La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán

Angélica Cruz<sup>1</sup>, Sandra R. Soriano<sup>1</sup>, Heriberto Santana<sup>2</sup>, Cecilia E. Ramírez<sup>1</sup> & Juan J. Valdez<sup>2</sup>

1. Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), Pitágoras 1320 Col. Sta. Cruz Atoyac México, D.F. C.P. 03310; cruzram\_ange@hotmail.com, sand\_vel@yahoo.com.mx, c\_espera@yahoo.com
2. Región Pacífico Sur del INAPESCA, Carretera a Campos, Playa Ventanas S/N; C.P. 28200; hsantanah@gmail.com, javal57@hotmail.com

Recibido 12-IV-2010. Corregido 10-XI-2010. Aceptado 14-XII-2010.

**Abstract: Fishery of oceanic and coastal sharks in Colima, Jalisco and Michoacán.** Shark fishery is one of the most important activities in the Mexican Pacific coast, nevertheless, there is few data available about the specific captures done by the fleet along the coast. This study describes fishery biology aspects of the shark species caught by the semi-industrial long-line fleet of Manzanillo. Monthly samplings were made on board of these vessels during an annual period from April 2006 to April 2007. Captured species composition (n=1 962 organisms) was represented by nine species. The one that sustains this fishery was *Carcharhinus falciformis* (88.12%), followed by *Prionace glauca* (8.21%). Low frequency species were represented by *Sphyrna zygaena* (1.78%), *Alopias pelagicus* (0.82%), *Carcharhinus longimanus* (0.45%). Furthermore, rare species were *Alopias superciliosus* (0.35%), *Carcharhinus leucas* (0.1%), *Carcharhinus limbatus* (0.1%) and *Isurus oxyrinchus* (0.05%). Fishery activity affected principally (60-92.70%) young males of *C. falciformis*, *S. zygaena*, *C. longimanus* and *I. oxyrinchus*; adult males (56-75%) of *A. pelagicus*, *A. superciliosus*, and *C. limbatus*; for *P. glauca* there were primarily female adults. For all the species found, females showed the bigger sizes when compared to males (with the exception of *S. zygaena*, that showed sexual dimorphism). Considering the lineal regressions made between precaudal length and total length, and, fork length and total length for *C. falciformis*, *P. glauca*, *S. zygaena* and *A. pelagicus*, the determination coefficients ( $r^2$ ) showed that both lengths can be useful to obtain the total length of fish with some damage or absence of its caudal fin. The estimated fecundity for *C. falciformis* was of 3-7 offspring/female of 30-45cm LT (average of  $40.57 \pm 2.03$ cm LT); and for *P. glauca* 5-52offspring/female of 5-18.6cm LT (average of  $11.61 \pm 0.21$ cm LT). In the case of *C. longimanus* only one female was captured with a total of eight embryos, with an average of 45cm LT each; for this reason we assumed that the fishery areas do not coincide with the nursery ones for this species. According to the information obtained, we concluded that *C. falciformis* has a concurrent cycle and *P. glauca* a consecutive biannual one. Rev. Biol. Trop. 59 (2): 655-667. Epub 2011 June 01.

**Palabras clave:** long-line fleet, Manzanillo, fishery, pregnant females, embryo.

Los tiburones en muchas partes del mundo son explotados como especie objetivo y en algunos casos como pesca incidental. México, actualmente cuenta con 100 especies de tiburón de las cuales 40 son capturadas comercialmente (Applegate *et al.* 1979). La pesquería de tiburón es una de las más importantes en el Pacífico mexicano, caracterizada por ser multiespecífica, la cual se realiza en las tres flotas (de altura, mediana altura y embarcaciones menores) que

existen en nuestro país y se capturan aproximadamente 32 especies pertenecientes a las familias Carcharhinidae, Sphyrnidae, Alopiidae, Triakidae, Lamnidae y Ginglymostomatidae (Soriano-Velásquez *et al.* 2006).

En el periodo 2000-2006 el promedio anual de la producción a nivel nacional de tiburón y cazón fue de 26 266ton, de las cuales el litoral del Pacífico mexicano aportó el 76% con respecto a la captura nacional. En estos siete años

los estados de Colima, Jalisco y Michoacán en conjunto tuvieron una participación del 5.26% con respecto a este litoral, y el estado de Colima es el que presenta la mayor captura, pues aporta el 4.8% de tiburón y cazón (SAGARPA 2000-2006). Actualmente, en México los principales productos que se aprovechan del tiburón son su carne y aletas; y de manera local, el aceite de hígado de tiburón (extraído de manera rústica) y las mandíbulas como artesanías. Este recurso debido a sus características biológicas (baja fecundidad, lenta tasa de crecimiento, tardía madurez y una estrecha relación de reclutamiento-stock) los ubica como organismos vulnerables a una pesca intensiva, por ello se han realizado estudios acerca de la biología pesquera, reproducción, edad y crecimiento, hábitos alimenticios, de las principales especies de tiburón de importancia comercial que se registran en las aguas de México, donde se destaca los trabajos más recientes de Santana-Hernández (1998), Arriola-Godfrey (1998), Campos-Pérez (1999), Castillo-Géniz (2000), Tovar-Ávila (2000), Marquez-Farias (2002), Ribot-Carballal (2002), Jaime-Rivera (2004), Soriano-Velásquez *et al.* (2006), Agustín-Jiménez (2007), Cruz-Ramírez (2007), Hinojosa-Álvarez (2007) y Zea de la Cruz (2007), Santana-Hernández (2008), Galeana-Villaseñor *et al.* (2009), Santana-Hernández (2009), Smith (2009), Cabrera-Chávez-Costa (2010), Carrera-Fernández (2010); así como la evaluación de poblaciones de tiburón con la aplicación del modelo demográfico para *Prionace glauca* Linnaeus 1758, *Carcharhinus falciformis* Bibron 1839, *Carcharhinus leucas* Valenciennes 1839, *Rhizoprionodon terraenovae* Richardson 1836 y *Sphyrna tiburo* Linnaeus 1758, realizados por García-Gómez (2000), Guerrero-Maldonado (2005) y Soriano-Velásquez *et al.* (2006).

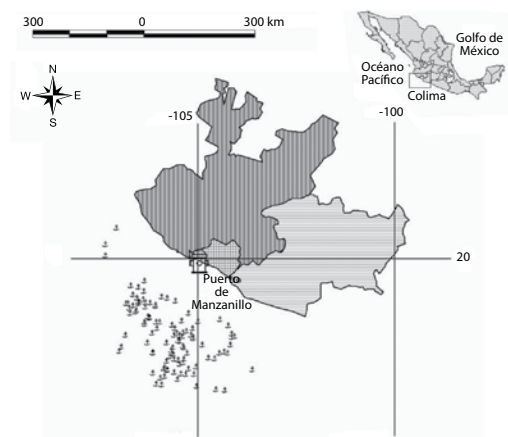
Al admitir la importancia de estas especies en los ecosistemas en que viven, es esencial conocer el estado actual en que se encuentran las poblaciones de tiburones. Actualmente, se han incrementado los esfuerzos para la investigación de las principales especies que se capturan con mayor incidencia en nuestros litorales,

con el propósito de lograr un mejor manejo, conservación y aprovechamiento sostenible a largo plazo de este recurso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El puerto de Manzanillo se localiza en la bahía del mismo nombre, al Oeste del estado de Colima, en las coordenadas geográficas: 19°03'45" N y 104°18'08" W. Las zonas tradicionales de pesca de tiburón para la flota de mediana altura, están limitadas al Norte con Cabo Corrientes, Jalisco y al Sur con Lázaro Cárdenas, Michoacán, siempre perpendicular a la costa dentro de la Zona Económica Exclusiva de México. Se evaluó un total de 108 sitios de muestreo, entre los 16°21' - 19°73' N y 103°25' - 106°27' W en el periodo de estudio entre abril 2006 y abril 2007 (Fig. 1).

**Corrientes marinas y temperaturas superficiales del mar (TSM):** El Pacífico tropical mexicano se extiende de la entrada del Golfo de California hasta la frontera sur de México, sus aguas se encuentran influenciadas por la fría Corriente de California y la cálida Corriente Ecuatoriana. En 2006, las TSM promedio fueron en abril de 27.8°C, en mayo 29.8°C y de junio a diciembre se presentaron



**Fig. 1.** Sitios de muestreo en el periodo abril 2006-abril 2007.  
**Fig. 1.** Fishing sites during the period April 2006-April 2007.

las temperaturas más altas de 30.5°C-31.3°C. Para enero-abril 2007, las TSM se mantuvieron entre los 27.6°C y 28.2°C (Anónimo 2010).

**Caracterización del sistema de pesca:** En el puerto de Manzanillo, existe una flota palangrera de mediana altura dirigida a la pesca de tiburón conformada por una Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Tiburoneros y Escameros de las costas de Colima”, SC de RL. Cada embarcación está caracterizada por dimensiones de eslora entre 9-14m, una manga (ancho mayor de la lancha) de 3-4m, una capacidad de bodega de 4-5ton y una autonomía en la navegación de 7-10 días, la cual se desplaza mediante motores estacionarios. El arte de pesca que utilizan es el palangre de superficie, que consiste en una línea principal o línea madre de 20 millas de largo de material monofilamento de 3 o 4mm de diámetro, de donde penden líneas secundarias llamadas reinales de 8-9m de longitud cada una, que se distribuyen en secciones de 4-5 cuyos límites son dos líneas verticales llamadas orinques sostenidos por boyas. En promedio cada 14 secciones se coloca una boya de tamaño superior, lastrada y marcada con una bandera; cada reinal incluye un anzuelo tipo circular (garra de águila) de abertura de 10° a 0° de desviación de la punta respecto al asta o caña ó bien un anzuelo tipo recto (J), cada palangre utiliza entre 400-600 anzuelos con un promedio de 515. La carnada utilizada en general es el barrilete (*Katsuwonus pelamis* Linnaeus 1758 y *Euthynnus lineatus* Kishinouye 1920) y la macarela (*Scomber japonicus* Houttuyn 1780).

**Operaciones de pesca:** Los dueños de las embarcaciones cubren todos los costos que involucran el viaje de pesca como diesel, carnada, artes de pesca, hielo, provisiones para los tripulantes y mantenimiento de la embarcación. La tripulación está compuesta por el capitán, uno o dos pescadores, y, en algunos viajes, uno o dos observadores a bordo. La preparación del viaje de pesca para tiburón inicia un día antes de zarpar, con la adquisición de diferentes materiales e insumos necesarios, por ejemplo: llenar los tanques con diesel, compra

de carnada y alimentos para la tripulación, y de un promedio de 50 barras de hielo en bodegas. Al llegar a la zona de pesca (entre las 70-80 millas náuticas perpendicular a la costa), los marineros preparan el palangre para el primer lance, la duración del lance depende del número de anzuelos y la velocidad del barco (6mn/hr). Cada reinal con su anzuelo-carnada, boyas y banderas son colocados aproximadamente cada 15 segundos en la línea madre con una duración total de 3-4hr. La recuperación de palangre (cobrado) inicia en promedio a las dos de la tarde durando en promedio 7hr, el mismo depende de los organismos capturados y de la marejada. Al terminar el cobrado, los pescadores enhielan la captura, para después iniciar nuevamente las operaciones de navegación. Si las condiciones del clima, de la embarcación y tripulación son adecuadas, las operaciones de pesca continuarían con el mismo ritmo de trabajo en días subsiguientes. Asimismo, el número de lances estuvo en función de las condiciones del clima, abundancia del recurso y de las provisiones del viaje. Después del último lance se enhielaba el total de la captura y la embarcación se dirigía hacia el puerto de Manzanillo. En las horas en las cuales no hay actividades propias de pesca, se aprovecha para realizar limpieza y mantenimiento del barco.

**Desembarque y procesamiento de la captura:** Para el desembarque del producto se enfría a chorro de manguera el piso de cemento del puerto y se colocan petates de palma mojados, con el fin de mantener frescos a los tiburones. Los organismos son acomodados por especie para pesarlos de acuerdo con la calidad y precio del producto, se inicia con el de mayor valor, tiburón tunero (*C. falciformis*), el tiburón cornuda (*S. zygaena* Linnaeus 1758), el tiburón chato (*C. leucas*), tiburón puntas negras (*C. limbatus* Valenciennes 1839), tiburón aleta blanca (*C. longimanus* Poey 1861), tiburón zorro (*A. pelagicus* Nakamura 1935) y tiburón aguado o azul (*P. glauca*). Al terminar con los tiburones se continúa con las especies reservadas a la pesca deportiva. Luego, se pesan los organismos y después se van colocando

en el hielo dentro de los camiones para ser comercializados en la ciudad de Guadalajara; mientras que las especies como el pez vela (*Istiophorus platypterus* Shaw 1792), pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus 1758), marlin rayado (*Tetrapturus audax* Philippi 1887), marlin azul (*Makaira nigricans* Lacèpede, 1802), atún (*Thunnus albacares* Bonnaterre 1788) y dorado (*Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758) son distribuidos al comercio local en Colima.

#### **Desarrollo de muestreos en el campo:**

La recolecta de datos biológicos-pesqueros se realizó mensualmente a bordo de 18 embarcaciones palangreras de mediana altura del puerto de Manzanillo durante el periodo abril 2006-abril 2007, con viajes de una duración de ocho a diez días. Entonces, se identifican los organismos a nivel de especie, género y familia de acuerdo con las claves de de Castro (1983) y Compagno (1984). Para todos los ejemplares, se registraron los datos biométricos como Longitud total (LT), Longitud furcal (LF), Longitud precaudal (LPC); longitud del myxoptergio o clasper (LC). Todas las longitudes se tomaron en posición natural del animal al centímetro más cercano y se utiliza un ictiómetro. En las hembras preñadas, se registró el número y sexo de los embriones por hembra. El sexado de los tiburones, se realizó de forma visual al identificar a los machos de acuerdo con la presencia de los órganos copuladores denominados myxoptergios o clasper (Lagler *et al.* 1997). La asignación del estadio de madurez se realizó siguiendo una escala subjetiva con base al desarrollo ontogénico descrito por Castro (1993). La información pesquera se obtuvo mediante entrevistas a los pescadores y dueños de embarcaciones sobre las embarcaciones y las operaciones de pesca.

La abundancia relativa se determinó a partir de la presencia de organismos por especie, en función del tiempo. La estructura de tallas se obtuvo a través de la construcción de histogramas de frecuencia (número de organismos) por especie y se realizó la estadística descriptiva. Las relaciones biométricas se realizaron a través de la aplicación del

modelo de regresión lineal ( $LT=a+b(LF)$ ;  $LT=a+b(LPC)$ , donde: LT=Longitud total, LF=Longitud furcal, LPC=Longitud precaudal, a=ordenada al origen, b=pendiente). La relación hembra-embrión se aplicó para la longitud total de las hembras preñadas en relación con el número y talla de los embriones; utilizando la ecuación de regresión lineal  $y=a+bx$ ;  $y'=a+bx$ , donde: y=número de embriones, y'=longitud de embriones, x=longitud de la madre, a y b=constantes. A los datos procesados en estas relaciones lineales se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA), el cual incluye la prueba de significancia de Fisher (p) con la finalidad de medir la variabilidad de la muestra, utilizando los criterios, si  $p<0.05$  si hay significancia;  $p>0.05$  no es significativa. La proporción de sexos se calculó dividiendo el número total de hembras entre el número total de machos, se aplicó la prueba de Xi-cuadrada con el fin de determinar si existe una diferencia significativa entre la proporción de sexos, utilizando la ecuación  $\chi^2=\sum\left(\frac{O_i-E_i}{E_i}\right)^2$  donde:  $O_i$ =resultados observados,  $E_i$ =resultados esperados; si  $\chi^2$  calculada  $<\chi^2$  tablas no es significativamente diferente de 1:1 ó  $\chi^2$  calculada  $>\chi^2$  tablas; si es significativamente diferente de 1:1 (Daniel 2002).

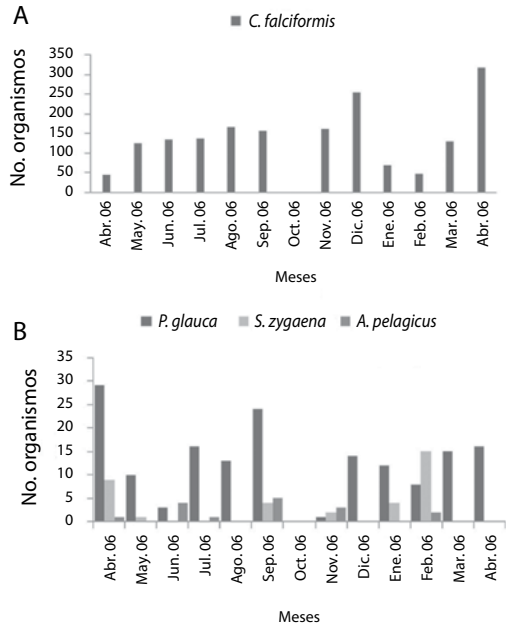
## **RESULTADOS**

**Composición de la captura:** Durante el periodo de muestreo de abril 2006-abril 2007 se registraron un total de 1962 organismos capturados en 18 viajes de pesca y 108 lances. Fueron identificadas nueve especies pertenecientes a dos órdenes, cuatro familias y cinco géneros (*Carcharhinus*, *Prionace*, *Sphyrna*, *Alopias* e *Isurus*). La especie que soporta esta pesquería fue *C. falciformis* con el 88.12%, en segundo lugar *P. glauca* con el 8.21%, ambas especies representan el 96.33% de la captura total. Otras especies poco abundantes pero no menos importantes fueron *S. zygaena* con el 1.78% y *A. pelagicus* con 0.82%. El resto estuvo conformado por cinco especies que aportaron cada una menos del 0.5% de la captura (*C. longimanus*, *C. leucas*, *C. limbatus*, *Alopias*

*superciliosus* Lowe 1839 e *Isurus oxyrinchus* Rafinesque 1810).

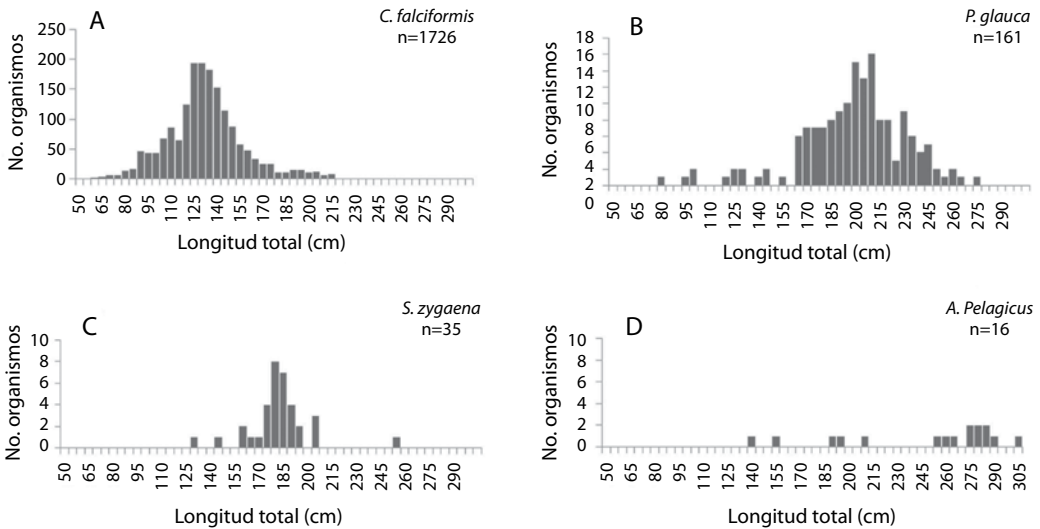
**Abundancia estacional:** *C. falciformis* y *P. glauca*, se presentaron en todos los meses del periodo de estudio con una mayor abundancia en abril 2007 y abril 2006 respectivamente (Fig. 2a y 2b), mientras que *S. zygaena* con su mayor presencia en febrero 2007 y *A. pelagicus* en septiembre 2006 (Fig. 2b); *C. longimanus*, *A. superciliosus*, *C. leucas*, *C. limbatus* e *I. oxyrinchus* registraron poca abundancia (de uno a tres organismos por mes).

**Estructura de tallas:** De los 1 962 organismos registrados se analizaron 1 954, debido a que algunos individuos de *C. falciformis* y *A. superciliosus* (3 y 5 organismos respectivamente) no fue posible tomarles datos morfológicos. *C. falciformis* mostró una moda de 129cm LT (Fig. 3a), mientras que *P. glauca* de 207cm LT (Fig. 3b). Para *S. zygaena* la moda fue de 180cm LT y *A. pelagicus* con una trimoda de 275, 280, 285cm LT (Fig. 3c,



**Fig. 2.** Abundancia estacional para A) *C. falciformis*, B) *S. zygaena*, *A. pelagicus* y *P. glauca*.

**Fig. 2.** Seasonal abundance changes for A) *C. falciformis*, B) *S. zygaena*, *A. pelagicus* and *P. glauca*.



**Fig. 3.** Estructura de tallas para ambos sexos A) *C. falciformis*, B) *P. glauca*, C) *S. zygaena* y D) *A. pelagicus*.

**Fig. 3.** Size structure for both sexes A) *C. falciformis*, B) *P. glauca*, C) *S. zygaena* and D) *A. pelagicus*.

3d) (Cuadro 1). Las especies poco frecuentes fueron *C. longimanus* (n=9) con un intervalo de tallas de 97-250cm LT, promedio de 144.33; error. estándar 14.83cm LT, *A. superciliosus* (n=2) con 276-333cm LT; *C. leucas* (n=2) de 110-271cm LT; *C. limbatus* (n=2) de 210cm LT e *I. oxyrinchus* (n=1) de 168cm LT.

**Proporción de sexos:** En ocho de las nueve especies se observó una mayor presencia de machos respecto a las hembras, excepto *P. glauca*. Como se muestra en el Cuadro 2, la proporción de sexos para *C. falciformis* y *P. glauca* fue significativamente diferente 1:1 al aplicar la prueba de Xi-cuadrada. En el caso

CUADRO 1

Resumen estadístico de las especies capturadas en el período abril 2006-abril 2007, Longitud máxima (LT max), Longitud mínima (LT min), media, n (no. organismos), desviación estándar (S), varianza (S<sup>2</sup>) y error estándar

TABLE 1

Descriptive statistics for the species caught in the period April 2006-April 2007, Maximum length (TL max), minimum length (TL min), mean, n (no. organisms), standard deviation (S), variance (S<sup>2</sup>) and error standard

	LT min	LT max	media	n	S	S <sup>2</sup>	Error. St
<i>C. falciformis</i>							
Ambos Sexos	57	234	130.53	1 726	25.35	642.55	0.61
Hembras	57	234	130.52	755	26.88	722.68	0.98
Machos	61	217	130.53	971	24.10	580.92	0.77
<i>P. glauca</i>							
Ambos Sexos	77	274	197.21	161	32.98	1 087.54	2.60
Hembras	77	274	196.63	93	33.34	1 111.39	3.46
Machos	123	262	198.73	68	33.42	1 117.15	4.05
<i>S. zygaena</i>							
Ambos Sexos	127	251	180.57	35	19.43	377.43	3.28
Hembras	160	192	179.53	15	9.66	93.27	2.49
Machos	127	251	181.35	20	24.60	605.19	5.50
<i>A. pelagicus</i>							
Ambos Sexos	140	301	244.81	16	50.84	2 584.83	12.71
Hembras	140	301	224.8	5	65.6	43 037.00	29.34
Machos	155	290	253.91	11	43.18	1 864.49	29.34

CUADRO 2

Proporción de sexos de *C. falciformis*, *P. glauca*, *S. zygaena*, *A. pelagicus*, *C. longimanus*, *A. superciliosus* y *C. leucas*

TABLE 2

Proportion of sexes in *C. falciformis*, *P. glauca*, *S. zygaena*, *A. pelagicus*, *C. longimanus*, *A. superciliosus* and *C. leucas*

Especie	H:M	n	X <sup>2</sup>
<i>C. falciformis</i>	1:1.29	1 729	si es significativamente diferente
<i>P. glauca</i>	1:0.73	161	si es significativamente diferente
<i>S. zygaena</i>	1:1.33	35	no es significativamente diferente
<i>A. pelagicus</i>	1:2.2	16	no es significativamente diferente
<i>C. longimanus</i>	1:2	9	no es significativamente diferente
<i>A. superciliosus</i>	1:4	5	no es significativamente diferente
<i>C. leucas</i>	1:1	2	no es significativamente diferente

de *S. zygaena*, *A. pelagicus*, *C. longimanus*, *A. superciliosus* y *C. leucas*, la prueba indicó que no hubo una diferencia significativa. Para *C. limbatus* e *I. oxyrinchus* todos los organismos registrados fueron machos.

**Relaciones biométricas:** Las relaciones LF&LT y LPC&LT para ambos sexos de las especies *C. falciformis*, *P. glauca*, *S. zygaena*, *A. pelagicus* y *C. longimanus* mostraron una adecuada asociación entre estas medidas. Sin embargo, para las hembras de *S. zygaena* y los machos de *A. pelagicus* se obtuvo una asociación baja (50%) para las relaciones analizadas (Cuadro 3).

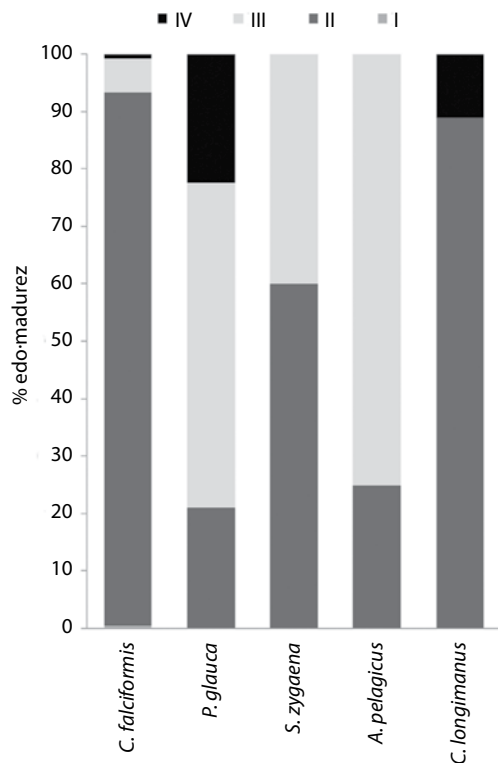
**Estadios de madurez:** Para *C. falciformis* (n=1 727), el 0.58% correspondieron a neonatos (I), 92.70% juveniles (II), el 5.96% para adultos (III) y el 0.75% a hembras preñadas (IV). En *P. glauca* (n=161) el 21.12% fueron juveniles, el 56.52% para adultos y el 22.36% a hembras preñadas. En el caso de *S. zygaena* (n=35) el 60% fueron juveniles y el 40% adultos; *A. pelagicus* (n=16) el 25% fueron juveniles y 75% adultos y en *C. longimanus* (n=9) el 88.89% fueron juveniles y 11.11% a hembras preñadas (Fig. 4). Mientras que para *A. superciliosus* (n=5) y *C. limbatus* (n=2) los organismos fueron adultos (III); para *C. leucas* (n=2) uno fue juvenil y otro adulto y el único ejemplar registrado de *I. oxyrinchus* fue juvenil.

**Hembras preñadas:** *C. falciformis* registró 13 hembras preñadas, todas presentaron ovocitos en desarrollo en el ovario y solo a cuatro se les observó tanto ovocitos en el ovario como embriones en sus úteros, su intervalo de talla de las hembras fue de 178-211cm LT, registradas en junio, julio, noviembre 2006 y enero, febrero 2007, con una mayor abundancia en noviembre 2006 y febrero 2007. *P. glauca* registró 36 hembras preñadas con presencia de ovocitos en el ovario y solo nueve contenían embriones en sus úteros, el intervalo de tallas de las hembras fue de 175-274cm LT, presentes de abril-julio, septiembre 2006 y enero-febrero

2007, con dos picos de abundancia uno en mayo y otro en julio 2006, a principios de este último mes y en septiembre, algunas hembras se les observó ovocitos en el útero. Para *C. longimanus* se capturó sólo una hembra preñada de 250cm LT en junio 2006.

**Relación longitud hembra preñada & número de embriones y talla promedio de embriones:**

Para *P. glauca* la relación entre longitud de la madre y el número de embriones mostró baja asociación entre las variables ( $r^2=0.48$ ), ya que sólo 48% de la variación en el número de embriones se debe a la longitud de la hembra. Mientras que la prueba de Fisher mostró un significancia buena entre ambas



**Fig. 4.** Estadios de madurez para ambos sexos de *C. falciformis*, *P. glauca*, *S. zygaena*, *A. pelagicus* y *C. longimanus*.

**Fig. 4.** Sexual maturity stages for both sexes in *C. falciformis*, *P. glauca*, *S. zygaena*, *A. pelagicus* and *C. longimanus*.

## CUADRO 3

Parámetros del modelo de regresión lineal de LPC&LT y LF&LT para *C. falciiformis*, *P. glauca*, *S. zygaena*, *A. pelagicus* y *C. longimanus*

TABLE 3  
Linear regression model parameters for PCL-TL and FL-TL in *C. falciiformis*, *P. glauca*, *S. zygaena*, *A. pelagicus* and *C. longimanus*

	LF-LT				LPC-LT					
	a	b	r <sup>2</sup>	p	n	a	b	r <sup>2</sup>	p	n
<i>C. falciiformis</i>										
Ambos sexos	3.27	1.19	0.98	0	1 726	4.96	1.30	0.97	0	855
Hembras	2.54	1.19	0.99	0	755	5.85	1.29	0.97	7.5455e-270	363
Machos	3.94	1.18	0.98	0	971	4.18	1.31	0.97	0	492
<i>P. glauca</i>										
Ambos sexos	12.18	1.12	0.88	8.89e-77	161	32.92	1.10	0.85	6.82896e-44	102
Hembras	10.22	1.12	0.98	1.592e-79	93	41.29	1.05	0.85	1.78e-27	65
Machos	13.20	1.14	0.76	1.26715e-22	68	23.86	1.15	0.87	4.602e-17	37
<i>S. zygaena</i>										
Ambos sexos	8.78	0.74	0.88	4.55e-17	35	8.84	1.32	0.89	6.47e-18	35
Hembras	45.23	0.94	0.50	0.0032		48.11	1.01	0.51	0.0026	15
Machos	7.35	1.22	0.95	1.82e-13	20	3.08	1.36	0.96	2.13e-14	20
<i>A. pelagicus</i>										
Ambos sexos	24.18	1.48	0.77	7.90e-06	16	27.13	1.59	0.74	1.60e-05	16
Hembras	5.13	0.56	0.99	0.0001	5	6.5	0.5	0.99	0.0001	5
Machos	45.21	1.33	0.57	0.0073	11	47.26	0.37	0.53	0.011	11
<i>C. longimanus</i>										
Ambos sexos	-19.93	1.38	0.98	4.60e-07	9	1.79	1.36	0.99	2.62e-07	8



variables de  $p=0.02<0.05$ . En la relación entre la longitud de la madre & talla promedio de los embriones mostró que no existe asociación entre estas variables, dado que el coeficiente de determinación fue de  $-0.09$ .

**Fecundidad (número de crías por hembra):** *C. falciformis* presentó de 3-7 crías por hembra;  $4.75\pm 0.85$  crías, la talla de las crías osciló de 30-45cm LT;  $40.57\pm 2.03$ cm LT en julio, noviembre 2006 y febrero 2007, las hembras con menor y mayor número de crías tuvieron una longitud de 204-199cm LT respectivamente. La fecundidad para *P. glauca* fue de 5-52 crías por hembra;  $29.89\pm 5.83$  crías, con un intervalo de tallas de 5-18.6cm LT;  $11.61\pm 0.21$ cm LT en julio y septiembre de 2006, las tallas de las hembras con menor y mayor número de crías fue de 206-234cm respectivamente. En el caso de *C. longimanus* la única hembra preñada contenía ocho crías, una hembra y siete machos de aproximadamente 45cm LT en promedio.

## DISCUSIÓN

La información biológica-pesquera se obtuvo a partir de las capturas de la flota palanquera tiburonera de mediana altura del puerto de Manzanillo, que opera en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán. La composición estuvo representada por nueve especies de tiburón, de las cuales *C. falciformis* es la especie que sostiene esta pesquería, pues representa el 88.12% de las capturas, *P. glauca* es la segunda especie de importancia y aporta el 8.21%, ambas especies se pescan en todos los meses del año. Por su parte, *S. zygaena* y *A. pelagicus* aunque también se hacen presentes regularmente en las capturas son menos frecuentes. Y en el caso de *C. longimanus*, *A. superciliosus*, *C. leucas*, *C. limbatus* e *I. oxyrinchus* fueron especies raras en las capturas. Se observó que la presencia de estas especies se debe a varios factores, entre los cuales se encuentran las zonas de pesca, el comportamiento de las especies (hábitos reproductivos y alimentación), así como la TSM considerada como un factor

importante para la distribución y abundancia de los organismos.

*C. falciformis* se capturó de Michoacán a Jalisco ( $16^{\circ}41' - 19^{\circ}73' N$ ), con TSM de los  $24^{\circ}$ - $32^{\circ}C$ . La mayor captura se registró (abril 2007) frente a las costas de Michoacán ( $17^{\circ}49' - 17^{\circ}83' N$ ), con TSM de  $24^{\circ}$ - $28^{\circ}C$ , lo que indica que esta especie de hábitos costeros como oceánicos tiene una mayor tolerancia de las temperaturas con respecto a las registradas por otros autores como Compagno (1984), quien reporta intervalos de  $23^{\circ}$ - $24^{\circ}C$  para la especie.

*P. glauca* fue capturada en los litorales de Michoacán y Colima ( $16^{\circ}52' - 18^{\circ}38' N$ ), su mayor abundancia fue en abril 2006 frente a las costas de Michoacán ( $16^{\circ}52' - 17^{\circ}48' N$ ), con TSM de  $22^{\circ}$ - $28^{\circ}C$ ; estas temperaturas fueron las más bajas registradas en el periodo de estudio, por lo tanto favorecen la presencia de esta especie de hábitos oceánicos, aún cuando prefieren temperaturas de  $7^{\circ}$ - $16^{\circ}C$  y como máximo  $21^{\circ}C$  (Carey & Scharold 1990).

*S. zygaena* y *A. pelagicus*, fueron capturadas frente a las costas de Michoacán y Colima ( $16^{\circ}45' - 18^{\circ}38' N$ ), sus mayores capturas se registraron en febrero 2007 con TSM de  $24^{\circ}$ - $28^{\circ}C$  y en septiembre 2006 con  $30^{\circ}C$  respectivamente, lo que indica que estas especies de hábitos costeros y oceánicos, tienen una amplia tolerancia de temperaturas ya que su distribución abarca de aguas frías-templadas a tropicales (Steel 1985, Compagno 2002).

*C. longimanus* especie de hábitos oceánicos, se capturó en abril-julio 2006 y enero 2007; mientras que *C. leucas* y *C. limbatus*, ambas tanto costeras como oceánicas se registraron en mayo y junio 2006 respectivamente; estas tres especies fueron capturadas frente a las costas de Michoacán ( $16^{\circ}29' - 17^{\circ}30'' N$ ) a TSM de  $22^{\circ}$ - $30^{\circ}C$ ; lo que indica que toleran temperaturas que abarca de aguas templadas a tropicales, debido a su amplia distribución (Garrick 1982, Compagno 1984).

*A. superciliosus* (especie costera y oceánica) se capturó frente a las costas de Michoacán y Colima ( $16^{\circ}57' - 18^{\circ}17' N$ ) de abril-julio y septiembre-noviembre 2006 con TSM de  $22^{\circ}$ - $30^{\circ}C$ . *I. oxyrinchus* (especie oceánica) se

registró frente a Michoacán (17°12' N) en noviembre 2006 a TSM de 28°-30°C. Ambas especies prefieren aguas frías-templadas (Compagno 2002, Heist *et al.* 1996), por lo que son poco tolerantes a altas temperaturas, de ahí su baja presencia en las capturas. Cabe destacar que *A. superciliosus* es la única especie que es liberada debido a la falta de comercialización por el sabor de su carne (amargo).

La estructura de tallas del grupo de tiburones fue de 57-310cm LT, mientras que por especie se observó que las tallas estuvieron representadas por juveniles y adultos principalmente para *C. falciformis* con un intervalo de tallas de 57-234cm LT, seguido por *P. glauca* de 77-274cm LT, *S. zygaena* 127-251cm LT, *A. pelagicus* de 140-301cm LT; las hembras en todas las especies presentaron tallas máximas en comparación con los machos (excepto *S. zygaena*), lo cual indica el dimorfismo sexual, este comportamiento de las tallas depende en gran medida de las zonas de pesca, así como de las profundidades a las que operan los artes de pesca, aunado a los hábitos alimenticios y reproductivos de las especies.

Las capturas inciden principalmente en organismos juveniles en su mayoría machos para *C. falciformis*, *S. zygaena*, *C. longimanus* e *I. oxyrinchus*, mientras que para *A. pelagicus*, *A. superciliosus*, *C. limbatus* y *P. glauca*, en los organismos machos adultos excepto en esta última especie.

En relación con las regresiones lineales entre la longitud precaudal & longitud total y la longitud furcal & longitud total, los valores de los coeficientes de determinación para *C. falciformis*, *P. glauca*, *S. zygaena* y *A. pelagicus*, mostraron una buena asociación entre estas medidas; por lo que ambas pueden ser útiles para la obtención de la longitud total de los organismos que presenten daño ó ausencia de su aleta caudal. Con respecto a la biología reproductiva, se estimó una fecundidad para *C. falciformis* de 3-7 crías por hembra, lo cual concuerda con lo reportado por Soriano-Velásquez *et al.* (2006) para el Golfo de Tehuantepec y por Compagno (1984). En *P. glauca* se observó que el número de crías y la talla promedio de

las crías no dependen del tamaño de la madre, ya que hubo hembras de la misma talla con un reducido número o con un gran número de crías, la fecundidad fue de 5-52 crías, lo cual es similar a lo mencionado por Castro (1983), aunque este autor menciona como máximo 135 crías, mientras que Nakano (1994), reporto una fecundidad de 1-62 crías y de 10-62 crías, y los resultados de este estudio se encuentran dentro de estos intervalos. Para *C. longimanus*, se contó con una sola hembra preñada que contenía ocho embriones de 45cm LT en promedio, estas crías fueron liberadas. Por lo anterior las zonas de pesca no coinciden con las zonas de alumbramiento y de crianza de estas especies. *C. falciformis* y *C. longimanus* presentaron una menor fecundidad en comparación con otras especies de la familia Carcharhinidae, lo cual las situaría como especies más vulnerables a la explotación, mientras que *P. glauca* presenta la mayor fecundidad, probablemente esta especie sea la más prolífica de los tiburones grandes (Castro 1993).

De acuerdo con los resultados *C. falciformis* lleva a cabo la ovulación y gestación de manera simultánea, puesto que se encontraron hembras preñadas que contenían ovocitos en los ovarios y embriones en sus úteros al mismo tiempo. Por lo cual, se asume que *C. falciformis* presenta un ciclo concurrente, es decir en el transcurso de un año tanto los ovocitos contenidos en el ovario como los embriones en el útero se desarrollan al mismo tiempo; una vez que alumbran las hembras se da el apareamiento y los ovocitos ya maduros se fecundan e inicia nuevamente el desarrollo embrionario (periodo de gestación), lo cual concuerda con lo reportado por Marín-Osorno (1992), Hoyos-Padilla (2003), Soriano-Velásquez *et al.* (2006) & Hinojosa-Álvarez (2007).

En el caso de *P. glauca* probablemente presenta un ciclo bianual consecutivo, con un periodo de descanso de un año (resting), que le permite acumular las reservas necesarias para la producción de ovocitos grandes y posteriormente llevar a cabo la ovulación seguida de un periodo de gestación de 9-12 meses. Con base en la información, se consideró que el periodo

de descanso (resting) finalizó en junio 2006, seguido del apareamiento y la ovulación a principios de julio 2006, esto se deduce dado que se encontraron hembras preñadas con ovocitos en sus úteros en este último mes, así que probablemente el periodo de gestación para *P. glauca* inició a finales de julio- septiembre de 2006 (verano) debido a que se observaron embriones en los úteros en estos meses, con un intervalo de talla de 5.4-18.6cm LT, por lo que se infiere llevaban dos meses de gestación y nacerían para el verano del 2007. Esto coincide con lo reportado por Strasburg (1958) y Nakano (1994) quienes mencionan que el periodo de gestación es de 12 meses y reportan la presencia de neonatos (recién nacidos) de *P. glauca* en verano, por su parte Castro (1983) reporta el apareamiento en verano y la época de nacimiento (neonatos) a finales de primavera y principios de verano.

#### AGRADECIMIENTOS

Se hace un reconocimiento al Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) por las facilidades brindadas para la realización de este estudio, un reconocimiento especial a todos los pescadores, capitanes y permissionarios de la flota tiburonera de mediana altura del puerto de Manzanillo que permitieron llevar a cabo los muestreos a bordo de sus embarcaciones, con sus enseñanzas y apoyo fue posible realizar este trabajo.

#### RESUMEN

La pesquería de tiburón es una de las más importantes en el Pacífico mexicano, en la actualidad no se cuentan con los datos de la composición específica de las capturas de las diferentes flotas. En el presente trabajo se describen aspectos biológicos-pesqueros de las especies de tiburón, capturadas por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, en un periodo anual de abril 2006-abril 2007, los muestreos se realizaron mensualmente a bordo de estas embarcaciones. La composición de las capturas estuvo representada por nueve especies (n=1 962), de las cuales *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) (88.12%) sostiene esta pesquería y en segundo lugar *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) (8.21%). Las especies poco frecuentes fueron *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) con

(1.78%), *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) (0.82%), *Carcharhinus longimanus* (Poey, 1861) (0.45%), *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839) (0.35%), *Carcharhinus leucas* (Valenciennes, 1839) (0.1%), *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839) (0.1%) é *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) (0.05%). La fecundidad estimada para *C. falciformis* fue de 3-7 crías/hembra con tallas de 30-45cm LT;  $40.57 \pm 2.03$ cm LT y *P. glauca* con 5-52 crías/hembra, con tallas de 5-18.6cm LT;  $11.61 \pm 0.21$ cm LT. Por lo tanto se asume que *C. falciformis* presenta un ciclo concurrente y *P. glauca* probablemente un ciclo bianual consecutivo.

**Palabras clave:** flota palangrera, Manzanillo, pesquería, hembras preñadas, embriones.

#### REFERENCIAS

- Agustín-Jiménez, J.A. 2007. Caracterización de la pesquería de los tiburones bironche (*Rhizoprionodon longurio*) y puntas negras (*Carcharhinus limbatus*) desembarcados en Ensenada Chipehua, Oaxaca, en el período octubre 2004-octubre 2005. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico de Salina Cruz, Salina Cruz, Oaxaca.
- Arriola-Godfrey, M. 1998. Biología y pesquería del tiburón chato, *Carcharhinus leucas* (valenciennes, 1839) capturado en la pesca artesanal del Golfo de México. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Applegate, S.P., L. Espinosa, L.B. Menchaca & F. Sotelo. 1979. Tiburones Mexicanos. Subsecretaría de Educación e Investigación. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, México, D.F., México.
- Cabrera-Chávez-Costa, A.A., F. Galván-Magaña & O. Escobar-Sánchez. 2010. Food habits of the silky shark *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1893) off the western coast of Baja California Sur, México. *J. Appl. Ichthyol.* 26: 499-503.
- Campos-Pérez, S. 1999. Caracterización y análisis económico de la pesquería artesanal de tiburón en Manzanillo Col. México. Tesis de Maestría, Universidad de Colima, Colima, México.
- Carey, F.G. & Saharold, J.V. 1990. Movements of blue shark (*Prionace glauca*) in depth and course. *Mar. Biol.* 106: 329-342.
- Carrera-Fernández, M., F. Galván-Magaña & P. Ceballos-Vázquez. 2010. Reproductive biology of the blue shark *Prionace glauca* (Chondrichthyes: Carchariniidae) off Baja California Sur, México. *Aqua* 16: 3-15.

- Castillo-Géniz, J.L. 2000. Aspectos biológicos pesqueros de los tiburones que habitan las aguas del Golfo de México. Tesis Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Castro, J.I. 1983. The Sharks of North American waters. Texas A&M University, Collage Station, Texas, EEUU.
- Castro, J.I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environ. Biol. Fish.* 38: 37-48.
- Compagno, L.J.V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. *Carcharhiniformes*. *FAO Fish. Synop.* 125, 4: 251-655.
- Compagno, L.J.V. 2002. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Bullhead, mackerel, and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*, Roma.
- Cruz-Rámirez, A. 2007. Aspectos reproductivos del tiburón azul (*Prionace glauca*) y el tiburón tunero (*Carcharhinus falciformis*) capturados por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo Colima. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Daniel, W.W. 2002. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa, México.
- Galeana-Villaseñor, I., F. Galván-Magaña, H. Santana-Hernández. 2009. Pesca con anzuelos en barcos palangreros de Océano Pacífico mexicano: efectos en la captura y peso de tiburones y otras especies. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 44: 163-172.
- García-Gómez, G. 2000. Análisis del papel de los tiburones en el ecosistema y su respuesta ante su explotación. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz, Baja California Sur, México.
- Garrick, J.A.F. 1982. Sharks of the genus *Carcharhinus*. NOAA technical report, NMFS 445. Dept. of Commerce, EEUU.
- Guerrero-Maldonado, L.A. 2005. Pesquería y análisis demográfico del tiburón azul (*Prionace glauca* Linnaeus 1758) en el Pacífico mexicano. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, México.
- Heist, E.J., J.A. Musick & J.E. Graves. 1996. Genetic population structure of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) inferred from restriction fragment length polymorphism analysis of mitochondrial DNA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 538-588.
- Hinojosa-Álvarez, S.A. 2007. Áreas de crianza de tiburones en el área de Salina Cruz, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hoyos-Padilla, E.M. 2003. Biología reproductiva del Tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bribón, 1839). Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, Baja California Sur, México.
- Jaime-Rivera, M. 2004. Captura de tiburones pelágicos en la Costa Occidental de Baja California Sur y relación con cambios ambientales. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz, Baja California Sur, México.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Miller & D.R. May Pasingo. 1997. *Ichthyology*. John Wiley & Sons, Nueva York, EEUU.
- Marín-Osorno, R. 1992. Aspectos Biológicos de los tiburones capturados en las Costas de Tamaulipas y Veracruz, México. Tesis Profesional, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.
- Márquez-Farías, J.F. 2002. Análisis de la pesquería de tiburón de México. Tesis de Maestría, Universidad de Colima, Colima, México.
- Nakano, S. 1994. Age reproduction and migration of blue shark in the north Pacific Ocean. *National Research Institute of Far Seas Fisheries* 31:141-25.
- NASA JPL. 2010. Oceanografía Física DAAC, Base de datos AVHRR Pathfinder Version 5 data, Pasadena, California, EEUU. (Consultado: 1 marzo 2010, <http://podaac.jpl.nasa.gov>).
- Ribot, M.C. 2003. Edad y crecimiento del tiburón mako, *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810), capturado en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN, La Paz, Baja California Sur, México.
- SAGARPA. 2000-2006. Anuarios Estadísticos de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México.
- Santana-Hernández, H., R. Macías-Zamora, J.J. Valdez-Flores. 1998. Selectividad del sistema de palangre

- utilizado por la flota mexicana en la zona económica exclusiva. *Ciencias Marinas* 24: 193-210.
- Santana-Hernández, H., I.M. Gómez-Humarán, J.J. Valdez-Flores & M.C. Jiménez-Quiroz. 2008. Experimento para determinar la selectividad y la eficiencia del palangre de deriva con tres tipos de anzuelo y dos tipos de carnada, en la pesca de tiburón con embarcaciones de mediana altura en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* 16: 57-66.
- Santana-Hernández, H., J.J. Valdez-Flores & I.M. Gómez-Humarán. 2009. Distribución espacial y temporal de las especies que conforman la captura objetivo e incidental, obtenida por barcos palangreros de altura en la Pacífico Mexicano: 1983-2002. *Ciencia Pesquera* 17: 87-96.
- Smith, W.D., J.J. Bizzarro & G.M. Cailliet. 2009. La pesca artesanal de elasmobranchios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo. *Ciencias Marinas* 35: 209-236.
- Soriano, S.R., D. Acal-Sánchez, J.L. Castillo-Géniz & C.E. Ramírez-Santiago. 2006. Tiburón del Golfo de Tehuantepec, p. 325-364. In S.F. Arreguín, M.J. Meléndez, M.I. Gómez-Humarán, S.R. Solana & D.C. Rangel (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable de México, evaluación y manejo 1999-2000*. Instituto Nacional de Pesca, México.
- Steel, R. 1985. *Sharks of the World*. Blandford, Nueva York, EEUU.
- Strasburg, D.W. 1958. Distribution, abundance and habitats of pelagic sharks in the Central Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 138: 335-361.
- Tovar-Ávila, J. 2000. Edad y crecimiento del tiburón puntas negras, *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839) en el Golfo de México. Tesis Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Zea de la Cruz, H. 2007. Edad y crecimiento del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) registrado en el Golfo de Tehuantepec. Tesis Profesional, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Chiapas, México.

