

Talla de madurez del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena*, capturado en el Golfo de California

Size at maturity of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, captured in the Gulf of California

Prisma Nava Nava¹ y Juan Fernando Márquez-Farías²

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Calle Joel Montes Camarena S/N. Mazatlán, Sinaloa.

²Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen s/n, Col. Los Pinos, 82000. Mazatlán, Sinaloa, México
e-mail: prisma_nava@yahoo.com.mx.

Nava, N. P. y J. F. Márquez-Farías. 2014. Talla de madurez del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena*, capturado en el Golfo de California. *Hidrobiológica* 24 (2): 129-135.

RESUMEN

Se determinaron las tallas de primera madurez para hembras y machos del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena* capturados en el Golfo de California durante 1995-2000. Se analizaron 1,041 organismos (461 hembras y 580 machos). La talla de las hembras estuvo en un intervalo de 46.0–286.3 cm de longitud total (LT) y la de los machos de 49.5–278.0 cm LT. La talla más recurrente de captura para ambos sexos fue de 175.0–185.0 cm LT. Los organismos inmaduros fueron el principal componente de la captura para ambos sexos. La proporción de sexos (hembras:machos) en neonatos, juveniles y adultos fue 0.96:1, 0.74:1 y 1.17:1, respectivamente. En la relación peso total–longitud total se observó que las hembras son más grandes y más pesadas que los machos, presentándose un crecimiento de tipo alométrico positivo para ambos sexos. El modelo logístico sugiere que 50% de las hembras están maduras a los 200.0 cm LT, mientras que el 50% de los machos están maduros a los 193.7 cm LT. Los resultados del presente estudio aportan información útil para plantear medidas de manejo de *S. zygaena*, ya que es una de las especies que requiere atención debido a sus características biológicas e importancia comercial.

Palabras clave: Biología reproductiva, elasmobranchios, proporción de madurez, *Sphyrna zygaena*.

ABSTRACT

Size at first maturity was determined for females and males of smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena* captured in the Gulf of California during 1995-2000. A total of 1,041 organisms (461 females and 580 males) were analyzed. The size of females ranged 46.0-286.3 cm of total length (TL) whereas the size of males ranged 49.5-278.0 cm TL. The most recurrent captured size for both sexes was 175.0-185.0 cm TL. Immature organisms were the main component of the catches for both sexes. Sex ratio (females:males) for neonates, juveniles and adults was 0.96:1, 0.74:1 and 1.17:1, respectively. Based on the weight-length relationship, it was observed that females are larger and heavier than males with positive allometric growth for both sexes. The logistic model showed that 50% of females are mature at 200.0 cm TL, whereas 50% of males are mature at 193.7 cm TL. The results of this study provide useful information to propose measures *S. zygaena* management since it is a species that requires attention due to their biological and commercial importance.

Key words: Elasmobranchs, proportion of maturity, reproductive biology, *Sphyrna zygaena*.

INTRODUCCIÓN

Los tiburones se encuentran distribuidos en todos los océanos del mundo, se conocen entre 357 y 478 especies a nivel mundial (Compagno, 1988). Poseen características biológicas particulares que los hacen vulnerables a la sobrepesca, tales como fecundidad baja, periodos prolongados de gestación, crecimiento lento, compleja estructura espacial por tamaños y segregación por sexos (Pratt & Casey, 1990; Bonfil, 1994, 1997; Bonfil *et al.*, 1993). Los tiburones desempeñan un papel ecológico importante, ya que son depredadores tope de las cadenas tróficas marinas (Castillo-Géniz, 1992).

La estimación de la talla de madurez sexual es uno de los parámetros básicos para describir la estructura de la población y su dinámica; sobre todo es muy importante para las pesquerías, ya que brinda las bases para establecer tallas mínimas de captura (Ricker, 1995; Cailliet *et al.*, 1986; Cailliet & Goldman, 2004). Asimismo, la estimación de las tasas de crecimiento y edad son muy importantes para entender la dinámica poblacional (Powers, 1983; Anislado, 1995). El conocimiento de la edad, los procesos de madurez y la longevidad de las especies capturadas es muy importante en la evaluación de stocks para poder predecir el efecto de la pesca sobre estos (Ricker, 1995; Cailliet *et al.*, 1986; Cailliet & Goldman, 2004).

El tiburón martillo, *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) se distribuye en el Atlántico occidental (Canadá a las islas Vírgenes, Brasil a Argentina), en el Atlántico oriental (islas Británicas a la costa de Marfil, incluido el Mediterráneo), en el Indo-Pacífico y en el Pacífico oriental (norte de California a Chile). Es un organismo pelágico-costero y semi-oceánico, se alimenta de rayas, pero también de peces óseos, camarones, cangrejos y cefalópodos. Su reproducción es vivípara placentaria (Compagno, 1984). En México se captura en las pesquerías artesanales ribereñas y de altura (Hernández-Carballo, 1976; Santana-Hernández, 2001). Sin embargo, los estudios que se han realizado sobre ésta especie son muy escasos por lo que se desconocen sus aspectos biológicos básicos. El objetivo del presente estudio fue determinar la talla de primera madurez del tiburón martillo *S. zygaena*, para determinar la estructura de la población susceptible a la captura en pesquerías de la región. De acuerdo con la *Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN* (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), el tiburón martillo, *S. zygaena* se encuentra catalogada como "vulnerable" debido tanto a la sobrepesca de los últimos años como a la pesca incidental en las pesquerías de altamar de atún y peces espada. En virtud de lo anterior, conocer los aspectos de biología reproductiva de estas especies consideradas como depredadores tope, permitirá contar con información que permita evaluar con mayor veracidad su estatus de conservación considerando otras zonas de su distribución geográfica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos usados en el presente estudio provienen de la captura artesanal de tiburones del Golfo de California durante el periodo de 1995-2000 (Fig. 1). Los organismos fueron identificados por medio de la clave propuesta por Compagno (1984); posteriormente se registró la longitud total (LT) y el peso total (PT). El sexo fue determinado por la presencia (machos) o ausencia (hembras) de gonopterigios o claspers. A cada individuo colectado le fue asignado un estado de madurez de acuerdo a características sexuales externas e internas; en las hembras, el estado de madurez fue determinado de acuerdo a la condición de los ovarios y la morfología del tracto reproductivo, se consideraron maduras cuando presentaron ovarios agrandados y vascularizados, así como ovocitos grandes de coloración amarilla (evidencia de vitelo). Las hembras preñadas se detectaron por la presencia de cápsulas uterinas o de embriones dentro del útero, los cuales en la medida de lo posible fueron medidos, sexados y contados. Para las hembras se utilizaron cuatro estados de madurez: neonato (n), juvenil (j), adulto (a), preñez (p). Por su parte, el estado de madurez en los machos se estimó observando el nivel de calcificación del gonopterigio y la capacidad de éste para rotar hacia la parte frontal por su flanco interno, así como la presencia de semen; considerados tres estados de madurez: neonato (n), juvenil (j), adulto (a) (Fig. 1).

Para conocer la estructura de tallas, las longitudes totales (LT) fueron analizadas en histogramas de frecuencia para cada sexo. La relación peso total-longitud total (PT-LT) se estimó para hembras y machos utilizando el siguiente modelo potencial:

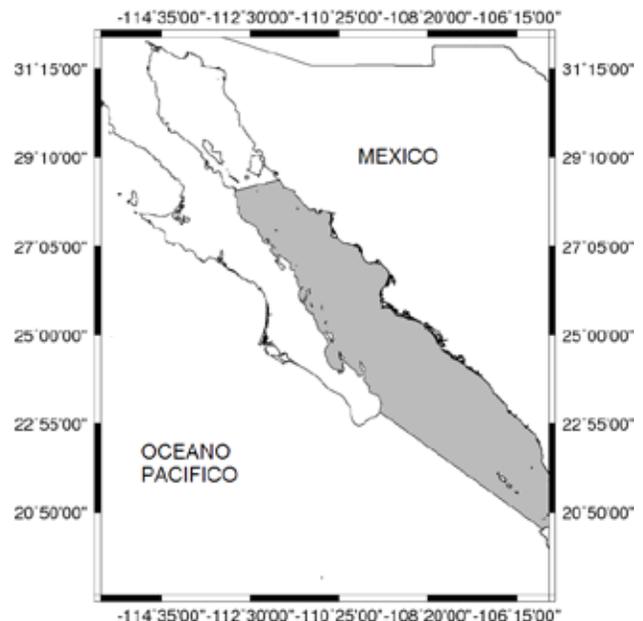


Figura 1. Áreas de captura de *S. zygaena* en el Golfo de California.

$$PT = a(LT)^b$$

donde: a es el factor de condición y b es el coeficiente de isometría.

Para detectar las posibles diferencias en la relación PT-LT entre sexos se realizó un análisis de covarianza. Se determinaron las diferencias estadística en los coeficientes de isometría de cada sexo con respecto a la hipótesis de crecimiento isométrico ($b = 3$) con una prueba t -student.

La proporción de sexos fue determinada para neonatos, juveniles y adultos y se verificó mediante una prueba de χ^2 entre los valores observados y esperados por sexo.

La talla de madurez ($LT_{50\%}$) se estimó mediante la frecuencia de longitudes de organismos maduros e inmaduros para cada sexo (Liu *et al.*, 1999; Joung & Chen, 1995). Con dichas frecuencias se estimó la proporción de madurez observada al dividir la frecuencia de organismos maduros entre la frecuencia de organismos totales por intervalo de clase. A la proporción de madurez observada se le ajustó el siguiente modelo logístico:

$$M_L = \left(\frac{1}{1 + e^{-(LT - LT_{50\%})/\phi}} \right)$$

donde: M_L es la proporción de madurez estimada, LT es la longitud total (cm), $LT_{50\%}$ es la talla de madurez (mediana) y ϕ es la pendiente de la curva. La estimación de los parámetros ($LT_{50\%}$, ϕ), sus respectivos intervalos de confianza; así como el intervalo de confianza de la función logística se estimaron por medio de una regresión logística binaria utilizando el programa *Minitab* 16.0.

RESULTADOS

Se examinaron un total de 1,041 organismos, de los cuales 461 fueron hembras (44.3%) y 580 machos (55.7%). El intervalo de tallas de las hembras fue 46.0–286.3 cm LT (promedio = 163.1, d.e. = 54.2), mientras que el de los machos fue 49.5–278.0 cm LT (promedio = 157.4, d.e. = 44.7). En general se observó que el intervalo de talla más recurrente de captura de *Sphyrna zygaena* para ambos sexos fue de 175–185 cm LT. El peso total que presentaron las hembras osciló de 3–77.0 kg (promedio = 8.4, d.e. = 11.7), y en los machos de 5–88.0 kg (promedio = 14.1, d.e. = 20.9). No se observaron diferencias significativas en la distribución de tallas ($F = 0.56$, $p = 0.46$) y pesos ($F = 0.10$, $p = 0.75$) entre hembras y machos (Fig. 2).

La relación entre el peso total (PT) y la longitud total (LT) durante el periodo de estudio, no mostró diferencias significativas entre sexos ($F = 2.62$, $p = 0.11$) por lo cual los datos se analizaron en conjunto. Los parámetros de la relación PT-LT para ambos sexos fueron $a = 0.0000016$, $b = 3.20$, $r^2 = 0.99$ (Fig. 3), por lo cual se consideró un crecimiento de tipo alométrico positivo ($t_c = 6.13$, $p < 0.05$). La proporción de sexos (hembras:machos) encontrada

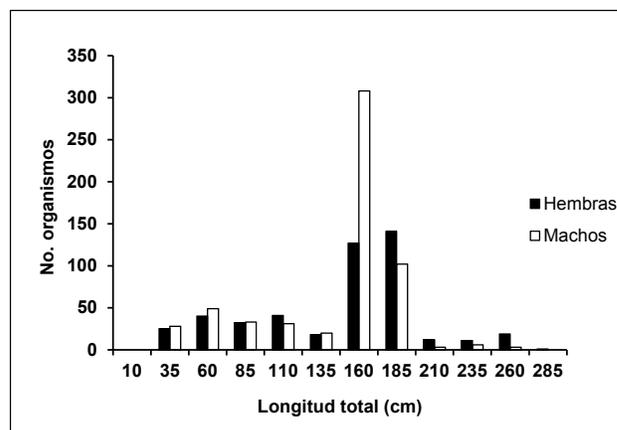


Figura 2. Estructura de tallas de *S. zygaena*, sexos separados.

durante el periodo de estudio para neonatos, juveniles y adultos fue 0.77:1, 0.73:1 y 1.64:1, respectivamente. La prueba de χ^2 indicó que en los neonatos ($\chi^2 = 1.71$, $p < 0.05$) y adultos ($\chi^2 = 7.26$, $p < 0.05$) no existe diferencia significativa; mientras que para los juveniles si existe diferencia significativa ($\chi^2 = 20.88$, $p < 0.05$).

En cuanto a los estados de madurez, se observó que la mayor captura ocurre con organismos juveniles de ambos sexos. En el caso de las hembras, se examinaron 345 (75%) organismos en estado juvenil con tallas de 60.0–204.0 cm LT; 59 (13%) en estado adulto, con tallas de 191.0–286.3 cm LT; 39 (8%) en estado neonato, con tallas de 46.0–75.0 cm LT y 18 (4%) en estado de preñez, con tallas de 193.9–283.8 cm LT. En el caso de los machos, se capturaron 472 (81%) organismos en estado juvenil, con tallas de 60.0–194.0 cm LT; 63 (11%) en estado adulto, con tallas de 178.1–278.0 cm LT y 45 (8%) en estado neonato, con tallas de 49.5–65.0 cm LT. Las tallas mínimas, máximas y promedios de cada estado de madurez por sexo y año se presentan en la Tabla 1 y figura 4.

La proporción de madurez, en función de la talla, de las hembras se presenta en la figura 5, mostrando un intervalo de confianza homogéneo para las tallas cercanas a la talla de madurez ($LT_{50\%} = 200$ cm). En los machos (Fig. 6), se observó que la proporción de madurez estimada fue más abrupta que en las hembras, con un intervalo de confianza estrecho antes de alcanzar la primera madurez ($LT_{50\%} = 193.7$ cm). En la Tabla 2 se presentan los valores obtenidos para la $LT_{50\%}$ con sus respectivos intervalos de confianza para hembras y machos.

DISCUSIÓN

Actualmente se desconocen muchos aspectos sobre la biología del tiburón martillo *S. zygaena* como tasas de natalidad, mortalidad, tasas de crecimiento y aspectos de biología reproductiva, incluyendo tallas de madurez sexual que son de suma relevancia en

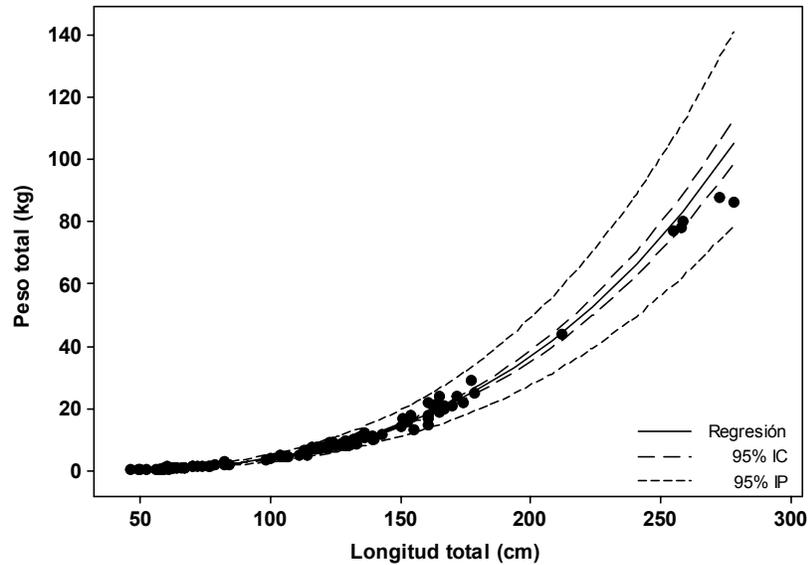


Figura 3. Relación peso total-longitud total de *S. zygaena* para ambos sexos.

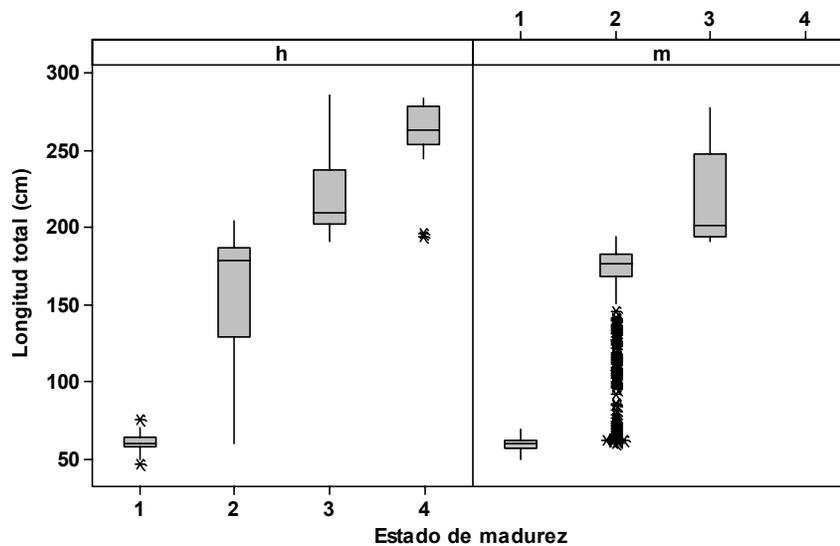


Figura 4. Intervalo de tallas de *S. zygaena* para hembras (h) y machos (m) por estado de madurez: 1 = neonato, 2 = juvenil, 3 = adulto, 4 = preñez (hembras).

la dinámica de las poblaciones de esta especie. A pesar de pertenecer a una de las familias (Sphyrnidae) de interés comercial; esta especie aún no está bien documentada debido esencialmente a la dificultad para obtener datos por la movilidad estacional de sus poblaciones.

La longitud máxima encontrada en el presente estudio para hembras fue de 286.3 cm LT y para machos de 278.0 cm LT, la cual es menor a la talla máxima reportada para la especie por Compagno (1984), quien reportó valores máximos para hembras de 400.0 cm LT y para machos de 300.0 cm LT. Por otra parte, las tallas encontradas por Carrera-Fernández *et al.* (2008) son simi-

lares a las encontradas en el presente estudio, ellos reportaron para las hembras una talla máxima de 300.0 cm LT y para los machos de 296.0 cm LT. En esta especie las hembras presentan tallas mayores que los machos, lo cual es una característica común en otros tiburones y rayas; ya que se ha mencionado como una adaptación a la viviparidad, pues a medida que aumenta la longitud, mayor es la cavidad abdominal y por ende puede haber un mayor número de crías, o bien, pocas crías pero de mayor tamaño (Cortés, 2000). En la relación peso-longitud de los adultos se esperaba que las hembras fueran más pesadas que los machos, ya que las hembras más pesadas podrían estar grávidas y sus

Tabla 1. Estructura de tallas y pesos por estado de madurez (EM), sexo y año para *S. zygaena*.

Año	Sexo	E. M.	Longitud total (cm)				Peso total (kg)			
			n	min.	max.	prom.	n	min.	max.	prom.
1995	h	j	4	170.5	186.7	180.2				
		a	1		268.1					
	m	j	2	160.3	163.0	161.7				
		a	1		220.3					
1996	h	j	219	125.1	199.7	184.4				
		a	53	191.0	286.3	217.6				
		p	15	193.9	283.8	258.0				
	m	j	367	126.6	198.3	178.3				
		a	38	184.3	254.0	196.8				
1998	h	n	12	46.0	67.0	57.6	12	0.3	1.1	0.7
		j	51	60.0	204.0	119.3	30	1.0	29.0	9.7
		a	1		255.0		1		77	
	m	n	14	54.0	64.0	60.1	9	0.5	1.0	0.7
		j	43	65.0	174.0	115.2	23	0.9	24.0	10.8
1999	h	a	7	224.0	278.0	254.6	3	78.0	87.0	82.7
		n	27	52.0	75.0	60.5				
		j	70	60.0	176.0	111.1	11	0.9	19.0	7.3
	m	a	4	250.0	262.0	259.0				
		p	3	255.0	273.0	263.7				
2000	h	n	40	49.5	69.0	59.3	1		0.8	
		j	65	66.0	205.0	115.5	19	4.0	44.0	11.8
	a	1		273.0		1		88.0		
2000	m	j	1		150.0					
		n	2	60.5	62.5	61.5	2	0.9	1.7	1.3

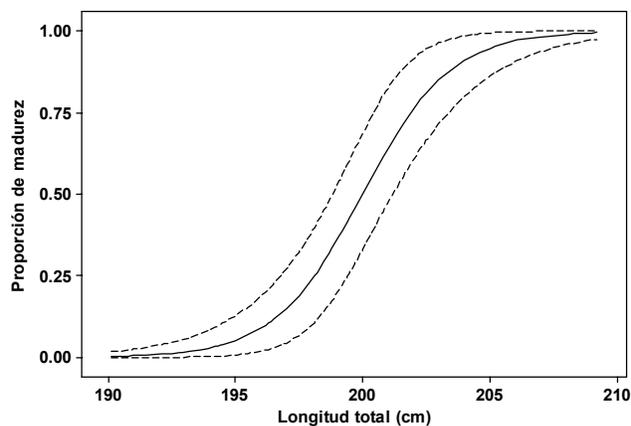


Figura 5. Proporción de madurez sexual para hembras de *S. zygaena* con intervalos de confianza (95%).

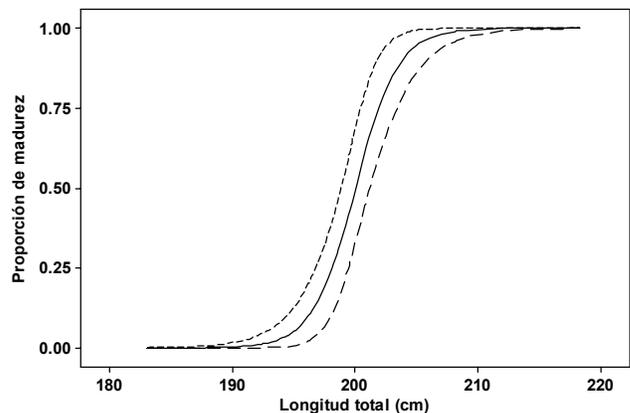


Figura 6. Proporción de madurez sexual para machos de *S. zygaena* con intervalos de confianza (95%).

Tabla 2. Valores de los parámetros de las ojivas de madurez de hembras (♀) y machos (♂).

Sexo	n	LT _{50%}			φ		
		LT _{50%}	Linf	Lsup	φ	φ	φ
♀	461	200.0	198.8	201.2	0.60	1.73	0.35
♂	580	193.7	191.6	195.7	1.04	3.30	0.50

embriones contribuir al incremento de su peso total registrado. Branstetter (1987) menciona que las hembras alcanzan mayores tallas que los machos de una misma edad o estado de madurez. Hoening y Gruber (1990) mencionan que los elasmobranchios se caracterizan por tener un dimorfismo sexual marcado en lo que se refiere a su tamaño corporal, siendo las hembras más grandes que los machos.

La relación entre el peso y la longitud de estos organismos es de suma importancia para conocer el comportamiento de sus poblaciones; pero también para tener un adecuado manejo de sus pesquerías (Rubio-Lozano, 2009). En esta relación influyen diversos factores, como son: la condición del individuo, la cantidad de contenido alimenticio en el estómago, el peso del hígado, el estado de madurez y la presencia de hembras grávidas (Kohler *et al.*, 1996). En *S. zygaena*, tanto las hembras como los machos presentaron un crecimiento de tipo alométrico positivo.

La proporción de sexos por longitudes en los elasmobranchios da a conocer factores muy importantes que podrían estar ocultos en la proporción sexual general, como lo es la relación entre hembras y machos en un intervalo de longitudes dado (Tresierra & Culquichicón, 1995; Mejía-Mercado, 2006), lo cual puede indicar la influencia del reclutamiento de nuevos organismos a la población, el crecimiento y la mortalidad. En el presente estudio la proporción de sexos hembras:machos encontrada para neonatos fue 0.96:1, para juveniles 0.74:1 y para adultos 1.17:1; por lo que se pudo observar, no hay una predominancia de un sexo sobre el otro en los neonatos y adultos; mientras que en los juveniles, los machos fueron ligeramente más abundantes que las hembras; lo cual podría estar influenciado por el número de organismos capturados.

Tanto en hembras como en machos se observó una mayor captura de organismos juveniles; lo cual puede implicar que un número importante de organismos no contribuya al reclutamiento poblacional, lo que puede ser un problema para la población. Algunos autores mencionan que es más favorable capturar organismos juveniles que adultos, ya que éstos últimos contribuyen directamente al reclutamiento poblacional, como se ha observado en *Squalus acanthias* (Rago *et al.*, 1998; Carrera-Fernández *et al.*, 2008).

Conocer la proporción de organismos que maduran en función de la talla tiene gran relevancia para la evaluación de poblaciones y para la regulación pesquera. En los estudios de-

mográficos, la talla de madurez es uno de los elementos claves para determinar la productividad de las poblaciones y su capacidad innata de recuperarse de la mortalidad por pesca. Por su parte, la talla de madurez en la regulación pesquera es de gran importancia ya que permite evaluar la talla de primera captura (Cortés, 1998). En el presente estudio, se encontró que los machos maduran a una talla más pequeña (LT = 193.7 cm) que las hembras (LT = 200.0 cm). Carrera-Fernández *et al.* (2008) reportaron que la talla de madurez sexual estimada para los machos de *S. zygaena* ocurre en el intervalo de los 205 a 220 de cm LT. Ambas tallas son mucho menores que las reportadas por Compagno (1984) quien establece que las hembras son maduras después de los 240 cm de LT. Dichas diferencias pudieran deberse a los métodos utilizados para la estimación de la talla de primera madurez, pero no habría que descartar el papel que pudiera jugar la sobreexplotación en la actual estructura de la población de *S. zygaena*.

Una preocupación considerable en el manejo sostenible de los tiburones, es el creciente incremento de la captura de tiburón a nivel mundial. En el Golfo de California se ha documentado la disminución de las captura de tiburones de gran tamaño como es el caso de especies de la familia Carcharhinidae. Esto es particularmente cierto en los tiburones martillo para los cuales se han propuesto medidas de conservación a nivel internacional. La información reportada en el presente estudio puede ser utilizada para evaluar el riesgo ecológico e identificar acciones de manejo y conservación de ésta y otras especies propensas a la sobreexplotación, dadas sus características biológicas y susceptibilidad de captura.

AGRADECIMIENTOS

Los datos del presente estudio fueron posibles gracias al financiamiento del Instituto Nacional de Pesca y de la Fundación Lucile Packard. Agradecemos especialmente al Dr. Juan Carlos Pérez-Jiménez de ECOSUR por compartir algunos de sus datos. Se extiende el agradecimiento a los permisionarios y pescadores por permitir el acceso a sus capturas.

REFERENCIAS

- ANISLADO, T. V. 1995. Determinación de la Edad y Crecimiento en el Tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffit y Smith, 1834) en el Pacífico Central Mexicano. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, México. 68 p.

- BONFIL, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper* 341:1-119.
- BONFIL, R. 1997. Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fisheries Resources* 29: 101-117.
- BONFIL, R., R. MENA & D. DE ANDA. 1993. Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis* from the Campeche Bank, Mexico. U. S. Department of Commerce. *NOAA Technical Report* 115: 73-86.
- 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. *Environmental Biology Fishes* 19 (3): 161-173.
- CAILLIET, G. M., R. L. RADTKE & B. A. WELDEN. 1986. Elasmobranch age determination and verification: a review, in Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes, Ichthyological Society of Japan, Tokyo. pp. 345-359.
- CAILLIET, G. M. & K. J. GOLDMAN. 2004. Age Determination and Validation in Chondrichthyan Fishes. In: Carrier, J. C., J. A. Musick & M. R. Heithaus (Eds.) *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Press, Boca Raton, London, USA. pp 339-340.
- CARRERA-FERNÁNDEZ, M., J. MARTÍNEZ-ORTIZ & F. GALVÁN-MAGAÑA. 2008. Composición de tallas de *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas del Ecuador. III Simposium Nacional de Tiburones y Rayas (resúmenes del III foro). Facultad de Ciencias, UNAM, México. pp. 84-86.
- CASTILLO-GÉNIZ, J. L. 1992. *Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México*. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca. México. 72 p.
- COMPAGNO, L. J. V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. *FAO Fisheries Synopsis* 125 (4): 251-663.
- COMPAGNO, L. J. V. 1988. *Sharks of the Order Carcharhiniformes*. Princeton University Press, New Jersey. 578 p.
- CORTÉS, E. 1998. Demographic analysis as an aid in shark stock assessment and management. *Fisheries Research* 39: 199-208.
- CORTÉS, E. 2000. Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries Science* 8 (4): 299-344.
- HERNÁNDEZ-CARBALLO, A. 1967. Observations on the Hammerhead Sharks (*Sphyrna*) in the Waters near Mazatlan. Sinaloa, México. In: Gilbert, P. W., R. F. Mathewson & D. P. Rall (Eds.). *Sharks, Skates and Rays*. The Johns Hopkins Press. Baltimore. Maryland. pp. 79-83.
- HOENIG, J. & S. GRUBER. 1990. Life History Patterns in Elasmobranchs: Implications for Fisheries Management. In: Pratt, H. L. Jr., S. H. Gruber & T. Taniuchi (Eds.). *Elasmobranchs as living resources*. Advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries. U. S. Dep. Commer. *NOAA Technical Report. NMFS* 90: 1-16.
- JOUNG, SHOOU-JENG AND CHE-TSUNG CHEN. 1995. Reproduction in the sand bar, *Carcharhinus plumbeus*, in the waters off Northeastern Taiwan. *Copeia* 3: 659-665.
- KOHLER, N. E., J. G. CASEY & P. A. TURNER. 1996. Length-length and length-weight relationships for 13 shark species from the Western North Atlantic. USA Dep. Commer, NOAA Tech. Memo NMFS NE. Pp. 110.
- KWANG-MING, L., C. CHE-TSUNG, L. TAI-HSIANG & SHOOU-JENG J. 1999. Age, growth and reproduction of the pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus* in the Northwestern. *Copeia* 1: 68-71.
- MEJÍA-MERCADO, B. E. 2006. Aspectos Taxonómicos y biológicos de las rayas espinosas del género *Urotrygon* en el Pacífico Vallecaucano, Colombia. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología Marina, UJTL, Bogotá, Colombia. 103 p.
- POWERS, J. E. 1983. Some statistical characteristics of ageing data and their ramifications in population analysis of oceanic pelagic fishes. In: D. Prince & L. M. Pulas (Eds.). Proceedings of the International Workshop on Age determination of Oceanic Pelagic Fishes: Tunas, Billfishes and Sharks. Miami, Florida. U. S. A. pp. 19-24.
- PRATT, H. L. JR. & J. G. CASEY. 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth parameters. In: Pratt, H. L. Jr., S. H. Gruber & T. Taniuchi (Eds.). *Elasmobranchs as living resources*. U.S. Department of Commerce, NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 97-109.
- RAGO, P. J., K. A. SOSEBEE, J. K. T. BRODZIAK, S. A. MURAWSKI & E. D. ANDERSON. 1998. Implications of recent increases in catches on the dynamics of Northwest Atlantic spiny dogfish (*Squalus acanthias*). *Fisheries Research* 39: 165-181.
- RICKER, W. E. 1995. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada* 191: 1-382.
- RUBIO-LOZANO, M. S. 2009. Aspectos reproductivos de la raya *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) en las costas de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 75 p.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H. 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima, México. 122 p.
- Tresierra, A. & Z. Culquichicón. 1995. *Manual de biología pesquera*. Editorial Libertad. Trujillo, Perú. 227 p.

Recibido: 18 de julio de 2012.

Aceptado: 9 de junio de 2014.