

UNIVERSIDAD DEL MAR
CAMPUS PUERTO ÁNGEL



**Análisis de la composición de tallas y edades de los tiburones capturados por la
pesquería artesanal de Nayarit (2007–2010)**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Licenciado en

Biología Marina

Presenta:

Leonora Fernanda Mondragón Sánchez

Dirigido por:

Dr. Javier Tovar Ávila

Puerto Ángel, Oaxaca, mayo 2011

RESUMEN

El aprovechamiento del tiburón en Nayarit ocurre a lo largo de todo el litoral, siendo extraído constantemente por la pesquería artesanal y desembarcado en diversas localidades. La disminución de este recurso ha sido reportada anteriormente, sin embargo, la carencia de información poblacional ha limitado el desarrollo de evaluaciones cuantitativas que proporcionen los fundamentos para su explotación sustentable. De febrero de 2007 a junio de 2010 se muestrearon 1,133 tiburones de 16 especies. En el presente estudio se analizó la composición de tallas de 14 de estas especies, determinándose también la edad mediante el conteo de bandas de crecimiento en cortes sagitales de vértebras postcefálicas de 146 organismos de 11 especies, cuyas edades estimadas fueron de 0 a 22 años. La formación anual periódica de las bandas ha sido validada previamente en otras regiones de manera indirecta para la mayoría de las especies estudiadas en el presente trabajo, por lo que se asumió que la periodicidad es similar en la zona de estudio. Las bandas se caracterizaron como discernibles en todas las especies analizadas, estando probablemente asociadas a cambios estacionales relacionados con la dinámica oceánica de la zona de estudio. La estructura de tallas y edades de las especies analizadas indicó la tendencia a capturar organismos juveniles de poca edad, siendo en general las hembras de mayor edad que los machos. El ajuste de la relación entre el diámetro de la vértebra y la talla de la especie más abundante, *Carcharhinus falciformis*, a un modelo lineal ($DV = 0.092 LT - 0.311$, $n = 90$, $r^2 = 0.838$, $P < 0.005$) fue ligeramente mejor que a uno potencial ($DV = 0.119 LT^{0.934}$, $r^2 = 0.774$, $P < 0.005$). No se detectaron sesgos sistemáticos en los conteos de las bandas de crecimiento de esta especie, y la precisión fue aceptable para un mismo lector (intralector) ($CV = 5.6\%$) y entre dos lectores (interlectores) ($CV = 10.4\%$). Resulta necesario incrementar en un futuro el número de muestras y con ello el intervalo de talla analizado de todas las especies, para obtener estimaciones confiables de su crecimiento, así como validar de manera directa las edades determinadas.

Palabras clave: bandas de crecimiento, edad, madurez, pesca artesanal, talla, tiburón, vértebras.

ABSTRACT

Sharks in Nayarit are used along the coast of the state of Nayarit, being commonly taken by the artisanal fishery and landed in several communities. The decrease of this resource has been previously reported, however, the lack of information on the populations has limited the development of quantitative stock assessments that provide the bases for their sustainable use. From February 2007 to June 2010 a total of 1,133 sharks of 16 species were sampled. In the present study the size composition of 14 of these species was analyzed, and age was determined by counting growth bands in sagittal sections of postcephalic vertebrae of 146 organisms of 11 species, which ages ranged between 0–22 years. The annual periodicity of growth bands has been previously validated in other regions through indirect methods for most of the species studied in the present work, thus a similar periodicity in the studied region was assumed. Growth bands were characterized as discernible, for all the analyzed species, probably being associated to seasonal changes related to the oceanic dynamics of the studied area. The size and age structure of the captured species indicated the tendency to capture juvenile organisms of low ages, being in general females older than males. The relationship between the centra diameter and the size of the most abundant specie, *Carcharhinus falciformis*, fitted slightly better to a linear model ($DV = 0.092 LT - 0.311$, $n = 90$, $r^2 = 0.838$, $P < 0.005$) than to a potential model ($DV = 0.119 LT^{0.934}$, $r^2 = 0.774$, $P < 0.005$). Non systematic biases in growth bands counts of this species were detected, and the precision was acceptable for a single reader (intra-reader) ($CV = 5.6\%$) and between two readers (inter-readers) ($CV = 10.4\%$). It is necessary to increase in the future the number of samples, and thereby the analyzed size interval of all the species, to obtain reliable growth estimates, as well as to validate directly the determined ages.

Key words: age, artisanal fishery, growth bands, maturity, shark, size, vertebrae.

De poder expresar cuan agradecida estoy, este trabajo sería el medio para precisar una parte de ello, con todo mi aprecio, respeto y admiración; para ustedes: mamá, papá, Fer e Itz.

AGRADECIMIENTOS

Los pequeños proyectos deben sus logros a todos aquellos quienes creen y apoyan la causa. Muchas gracias:

Al Dr. Javier Tovar Ávila del CRIP Bahía de Banderas-INAPESCA, por dirigir esta tesis, las muestras proporcionadas, paciente asesoría, además de su contribución durante las salidas a campo y estancia en Nayarit. Por permitirme perseguir un interés siempre presente.

A todo el personal del CRIP Bahía de Banderas-INAPESCA, en particular al Director Biol. Pedro A. Ulloa Ramírez, por todo el apoyo otorgado; la Biol. Ma. de Lourdes Guevara Rascado y Tec. Ramón Sánchez Regalado, por facilitar el uso del microscopio; el Hidrobiól. José Luis Patiño Valencia, por su ayuda y amena participación durante las salidas a campo, así como por su aportación de muestras; la M. en C. Rubi Anadely Nava Ortega, por su colaboración en campo y parte del trabajo de laboratorio; la Ing. Maga Rosalía Torres Herrera, por su valiosa ayuda durante la limpieza de vértebras; la M. en C. Edith Zarate Becerra, por compartir su alegría, tiempo, experiencias, fotos, equipo y amistad; y la Biól. Blanca Agustina Espinosa Partida, por sus palabras de aliento, atenciones y agradable compañía.

A las cooperativas y pescadores de San Blas, Chacala, La Peñita de Jaltemba y La Cruz de Huanacastle, por permitir tomar datos y muestras indispensables para la realización de este estudio.

A la Dra. Yanira Green Ruiz, responsable del Laboratorio de Edad y Crecimiento de Organismos Marinos, CRIP Mazatlán-INAPESCA, quien facilitó el uso del equipo para llevar a cabo los cortes y la toma de fotografías.

Al Biol. Jorge Antonio Castrejón Pineda, Director del Parque Nacional Isla Isabel, y sus colaboradores, Ing. Cayetano Robles Carrillo e Ing. Gonzalo Pérez Lozano, por toda su cooperación brindada durante los muestreos en la isla Isabel.

Al M. en C. Emmanuel Furlong Estrada, por involucrarse en los muestreos, recolecta de vértebras e información proporcionada.

Al Dr. Felipe Galván Magaña, miembro del Departamento de Pesquerías y Biología Marina CICIMAR-IPN, por las tesis y artículos de apoyo.

Al M. en C. Marcos Douglas Calle Morán por el aporte de artículos y las agradables sesiones de laboratorio.

A la P. en Biol. Mar. Perla Elizabeth Carrasco Bautista, por encaminarme, aconsejarme y brindarme información.

A los asesores, Maestros en Ciencias Ana Ma. Torres Huerta, José Alberto Montoya Márquez, Pablo Torres Hernández y al Dr. Vicente Anislado Tolentino, habiendo posibilitado la mejora del trabajo con sus revisiones y sugerencias.

A los profesores del área de Biología Marina, Universidad del Mar, por la formación académica impartida.

Al P. en Biol. Mar J. Leonardo Hernández Corona por sus recomendaciones durante la elaboración del protocolo de tesis.

Por su cariño, ejemplo y ayuda en todo momento, a mi madre Leonor Sánchez Sanabria.

A mi padre Fernando Mondragón Santos quien con su aprecio y apoyo me ha llevado de la mano por todos los senderos.

A mi hermano Fernando Mondragón Sánchez por pretender aminorar las caídas, innumerables consejos e ideología desafiante.

A mi hermana Itzel Mondragón Sánchez por su entusiasmo, cariño y aquellas alhentadoras líneas que me obsequio en un libro.

A Emmanuel Rodríguez García por adivinar la ternura detrás de las pobres astucias.

Al secuaz de varias odiseas, risas y momentos difíciles, Alejandro Pérez Toledo.

A Doris, Laurita Adrew, Tati, Guendo, Temo y Emma, por sus asesorías, sesiones de trabajo y/o estudio, así como ratos agradables.

Por apoyarme en los inicios de mi vocación y mantenerse cerca, Anita Betsabe y Jovana Ruiz Morales.

A Virgilio Antonio Pérez, por enseñarme a disfrutar tanto del agua.

A los amigos en Nayarit, Toño, Omar, Mario y familia Pati, por su ayuda, consejos y/o ratos sonrientes.

Gracias por engrandecer mi camino.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Pesca artesanal de tiburón en Nayarit	1
1.2 Importancia de la determinación de la edad	2
1.3 Métodos para determinación de la edad en los tiburones	3
2. ANTECEDENTES	6
3. HIPÓTESIS	13
4. OBJETIVOS	14
4.1 General	14
4.2 Específicos	14
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1 Área de estudio	15
5.1.1 Entrada al Golfo de California	17
5.1.2 Bahía de Banderas.....	18
5.1.3 Isla Isabel	19
5.1.4 Islas Marías	19
5.2 Actividades en campo	20
5.3 Actividades en laboratorio.....	22
5.4 Análisis de datos.....	25
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
6.1 Composición específica de las capturas de tiburón	27
6.2 Frecuencia de tallas	27
6.3 Porcentaje de organismos maduros.....	31
6.4 Recolecta de vértebras para determinación de edad	34
6.5 Relación entre el tamaño de la vértebra y la talla de <i>C. falciformis</i> ..	36

6.6	Determinación de la edad	38
6.7	Precisión de los conteos de bandas de crecimiento para <i>C. falciformis</i>	40
6.8	Estructura de edades de las especies capturadas	41
6.9	Edad de los organismos maduros e inmaduros	43
6.10	Relación entre la edad y la talla de <i>C. falciformis</i>	44
7.	CONCLUSIONES	46
8.	REFERENCIAS	47
	ANEXO I	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Edades (años) de las especies capturadas por la pesca artesanal de Nayarit reportadas anteriormente en otras zonas, y validación de la periodicidad de formación de las basndas8
Tabla II	Tallas (Longitud total, LT, en cm) de las especies capturadas por la pesca artesanal de Nayarit reportadas anteriormente en otras zonas 10
Tabla III	Estados de madurez por sexo (Tovar-Ávila <i>et al.</i> , 2010).....22
Tabla IV	Familias y especies de tiburón capturadas en Nayarit (2007–2010) y su abundancia relativa (en porcentaje)27
Tabla V	Tallas (cm de longitud total, LT, excepto donde se señale otra longitud) registradas y estimadas para los tiburones capturados por la pesca artesanal de Nayarit (2007–2010)28
Tabla VI	Familias y especies de tiburón capturadas en Nayarit (2007–2010), con vértebras recolectadas y utilizadas en el presente estudio (N= 142).....35
Tabla VII	Tallas (cm de longitud total, LT, excepto donde se señale otra longitud) registradas y estimadas de los tiburones con vértebras recolectadas (2007–2010)35
Tabla VIII	Tamaño de las vértebras (en mm) de los tiburones menos abundantes en las capturas de la pesca artesanal, Nayarit (2007–2010)37
Tabla IX	Edades estimadas en años de los tiburones menos abundantes en las capturas de la pesquería artesanal en Nayarit (2007–2010). Entre paréntesis se presenta la talla correspondiente en cm de LT, excepto donde se indique otra longitud.....43
Tabla X	Edades en años de los organismos maduros e inmaduros. Entre paréntesis se presenta el número de organismos44
Tabla XI	Edad-talla (años-cm de LT) de hembras y machos <i>C. falciformis</i>45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Áreas de estudio. *Principales lugares de desembarque de tiburón en Nayarit.	16
Figura 2	Golfo de California (modificado de Lavín y Marinone, 2003)	17
Figura 3	Medidas obtenidas (modificado de Compagno, 1984). LT= longitud total, LF= longitud furcal, LP= longitud precaudal, LA= longitud alternativa y LI= longitud interdorsal.	21
Figura 4	Medición del diámetro (a) y la altura (b) de la vértebra	23
Figura 5	Frecuencia de tallas para hembras (a) y machos (b) de <i>C. falciformis</i> capturados por la pesquería artesanal de Nayarit (2007–2010) y tallas de madurez reportadas en estudios previos.....	29
Figura 6	Frecuencia de tallas de <i>C. limbatus</i> capturados por la pesquería artesanal en Nayarit (2007–2010).....	29
Figura 7	Frecuencia de tallas para hembras (a) y machos (b) de <i>I. oxyrinchus</i> capturados por la pesquería artesanal de Nayarit (2007–2010) y tallas de madurez reportadas en estudios previos.....	30
Figura 8	Frecuencia de tallas de <i>A. pelagicus</i> capturados por la pesquería artesanal en Nayarit (2007–2010).....	30
Figura 9	Claspers parcialmente calcificados de <i>G. cirratum</i> muestreado el 3 de marzo de 2010 en Isla Isabel, Nayarit. LT= 209 cm	33
Figura 10	Frecuencia de tallas de hembras y machos de <i>C. falciformis</i> con vértebras recolectadas en el presente estudio	36
Figura 11	Relación entre el diámetro vertebral y la longitud total de <i>C. falciformis</i> (n= 90, sexos combinados). La línea punteada representa los intervalos de confianza del 95%	37
Figura 12	Cortes sagitales de vértebras postcefálicas de (a) <i>G. cirratum</i> (12.5x) y (b) <i>C. porosus</i> (2x). Barra de escala= 1 y 0.5 mm respectivamente	38

Figura 13	Cortes sagitales de vértebras postcefálicas de (a) <i>C. falciformis</i> (1.5x), (b) <i>C. limbatus</i> (1x), (c) <i>I. oxyrinchus</i> (1x), (d) <i>S. zygaena</i> (1x). Barra de escala= 1 mm.	38
Figura 14	Cortes sagitales de vértebras postcefálicas de (a) <i>C. leucas</i> (1x), (b) <i>P. glauca</i> (1.5x), (c) <i>A. pelagicus</i> (1.5x), (d) <i>G. cuvier</i> (1.2x), (e) <i>M. lunulatus</i> (2x). Barra de escala= 1 mm	39
Figura 15	Gráfica de sesgo entre el segundo y tercer conteo de bandas de crecimiento realizados por un mismo lector (a), y por dos lectores (b) en vértebras de <i>C. falciformis</i> . Se presentan las barras de error y el número de organismos para cada edad	41
Figura 16	Frecuencia de edades determinadas para <i>C. falciformis</i> capturados por la pesca artesanal de Nayarit (2007–2010).....	42
Figura 17	Relación entre la edad y la talla de <i>C. falciformis</i>	45