



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI**

**FACULTAD “CIENCIAS DEL MAR”  
CARRERA BIOLOGÍA PESQUERA**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la obtención del título de:**

**BIÓLOGO PESQUERO**

**AUTOR:**

**MARÍA ISABEL GILCES ANCHUNDIA**

**“EDAD Y CRECIMIENTO DEL TIBURÓN MICO O TOLLO  
*Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) EN EL  
PACÍFICO ECUATORIANO”**

**Directora de tesis**

**Blga. Tanía Lin Maldonado**

**Manta - Manabí - Ecuador**

**2013**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**La responsabilidad por hechos, ideas, datos registrados y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ.**

---

**María Isabel Gilces Anchundia  
EGRESADA**

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, Jimmy Martínez, Subsecretario de Recursos Pesqueros, conforme a lo dispuesto en el convenio de Cooperación Interinstitucional entre la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para la investigación, capacitación, asistencia técnica y difusión del sector pesquero artesanal industrial, autorizo a:

María Isabel Gilces Anchundia, con C.I. 120590326-1 a hacer uso de una parte de datos recopilados en el Proyecto Tiburón, para análisis y elaboración de su tesis de grado titulada: “Edad y Crecimiento del Tiburón Mico o Tollo *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) en el Pacífico Ecuatoriano”, que se sustentará en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, previo a la obtención del título de Biólogo Pesquero.

**Jimmy Martínez Ortiz**  
**Subsecretario de Recursos Pesqueros**

**VICEMINISTERIO DE ACUACULTURA Y PESCA**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

**Bióloga Tania Lin Maldonado, profesora de la Facultad Ciencias del Mar, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO que la Señorita Gilces Anchundia María Isabel, realizó la Tesis de Grado Titulada: “Edad y Crecimiento del Tiburón Mico o Tollo *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) en el Pacífico Ecuatoriano”, bajo mi responsabilidad.**

**Atentamente;**

---

**Blga. Tania Lin Maldonado.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

**Sometido a consideración del Honorable Consejo de la Facultad de Ciencias del Mar, como requisito para obtener el Título de Biólogo Pesquero, aprobado por el tribunal.**

---

**Dr. Luis Ayala Castro Ph.D**  
**Presidente del Tribunal**  
**Decano**

---

**Blga. Tania Lin Maldonado**  
**Directora de Tesis**

---

**Blgo. Jaime Sánchez Mg. AC**  
**Miembro Principal**

---

**Blgo. Luis Bravo**  
**Miembro Principal**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Luis y Orfilia, quienes a lo largo de mi vida me han apoyado, motivado, quienes con su amor, dedicación, sacrificio y lucha interminable han sido mi inspiración para formarme profesionalmente.

A mis hermanas Adelaida y Jessy, quienes me han enseñado que la vida es para valientes, que todo es posible siempre y cuando les ponga pasión y dedicación. Quienes siempre tienen la palabra precisa, el silencio oportuno y el abrazo necesitado.

A mi esposo Cristhian por su apoyo e infinito amor.

**María Isabel Gilces Anchundia**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A **Dios**, por brindarme el milagro de la vida, por su compañía por guiar e iluminar mi camino y mostrarme que con paciencia, humildad y sabiduría todo es posible.

A la **Subsecretaria de Recursos Pesqueros** por darme las facilidades técnicas para efectuar esta investigación, en especial al Blgo. **Jimmy Martínez**, por creer en mí como profesional, por sus sabías palabras, conocimiento y sugerencias, por proporcionarme los elementos necesarios que hicieron posible el cumplimiento de los objetivos propuestos en esta tesis.

Al grupo técnico PAT-Ecuador: Edward, Mariuxy, Karla, Adriana, Carlos D. Carlos B. Ronald, Gabriela y Walter. En especial a **Edward, Mariuxy y Karla** por su apoyo, aporte, paciencia y conocimiento brindado en el trayecto del presente estudio.

Al grupo técnico del Plan Dorado: Pedro, July y Francisco. Gracias por su ayuda.

A mi directora de tesis Blga. **Tanía Lin** por sus valiosas sugerencias, por darme la oportunidad de culminar exitosamente este trabajo de grado.

A Pescadores, comerciantes y evisceradores del desembarcadero “Playita Mía” quienes facilitarón la recopilación de datos durante el transurso de este estudio. Y con gran afecto al **Dr. Oscar Sosa Nishizaki**, por su valioso interés de instruir y ampliar su conocimiento.

A la **Facultad Ciencias del Mar** a todos sus docentes y personal administrativo.

**GRACIAS.**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
GLOSARIO.....	XIV
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
SUMMARY.....	XVIII
1.INTRODUCCIÓN.....	1
2.OBJETIVOS.....	4
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3.HIPÓTESIS.....	5
4.MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	6
4.1 TAXONOMÍA.....	6
4.1.1. Nombres Comunes:.....	7
4.2 BIOLOGÍA:.....	8
4.2.1 Caracteres distintivos de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	8
4.2.2 Distribución geográfica.....	11
4.2.3 Migración.....	12
4.2.4 Alimentación.....	14
4.2.5 Reproducción.....	15
4.2.6 Edad y Crecimiento.....	18
4.2.7 Pesquería.....	20
4.3. MARCO LEGAL.....	24
4.3.1. El Sector Pesquero Ecuatoriano.....	24
4.3.2. Legislación Para La Pesca Del Tiburón En El Ecuador.....	25
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1. Área de Estudio.....	30



5.3.	Fase de Campo.....	33
5.4.	Características de Madurez Sexual.....	35
5.5.	Obtención de la Muestra.....	36
5.6.	Actividades en el Laboratorio. ....	37
5.6.1.	Tinción.....	39
5.6.2.	Fotografías.....	40
5.6.3.	Medición de las vértebras. ....	40
5.6.4.	Lectura de marcas de crecimiento en las vértebras. ....	40
6.	ANÁLISIS DE DATOS. ....	43
6.1	Estructura de talla.....	43
6.2	Proporción sexual.....	44
6.3	Talla media de madurez sexual.....	45
6.4	Relación Radio de la vértebra y la Longitud total.....	45
6.5	Verificación de la deposición de las bandas de crecimiento. ....	46
6.6	Crecimiento Individual.....	47
6.7	Estructura de Edades. ....	47
7.	RESULTADOS. ....	48
7.1	Composición específica de la captura de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	48
7.2	Estructura de Tallas. ....	49
7.2.1	Distribución mensual de tallas. ....	51
7.3	Proporción sexual.....	53
7.4	Madurez sexual. ....	54
7.5	Relación entre el radio de la vértebra y la longitud total del organismo	55
7.6	Periodicidad de las marcas de crecimiento. ....	56
7.6.1	Índice de incremento marginal. ....	56
7.7	Crecimiento individual en longitud.....	57
7.8	Tasa de crecimiento relativo en longitud. ....	60
7.9	Estructura de edades.....	62
7.9.1	Estructura de edades por año ....	62
7.9.2	Estructura de edades por mes.....	63

<b>8 DISCUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>8.1 Estructura de tallas.....</b>	<b>65</b>
<b>8.2 Proporción Sexual. ....</b>	<b>67</b>
<b>8.3 Madurez sexual. ....</b>	<b>68</b>
<b>8.4 Relación entre el radio de la vértebra y la longitud total del organismo.....</b>	<b>71</b>
<b>8.5 Determinación de la edad.....</b>	<b>72</b>
<b>8.6 Verificación de la deposición de las bandas de crecimiento.....</b>	<b>74</b>
<b>8.7 Crecimiento individual en longitud.....</b>	<b>76</b>
<b>8.8 Estructura de edades.....</b>	<b>81</b>
<b>9 CONCLUSIONES.....</b>	<b>84</b>
<b>10.RECOMENDACIONES.....</b>	<b>86</b>
<b>11.BIBLIOGRAFÍA: .....</b>	<b>87</b>
<b>12.ANEXOS.....</b>	<b>103</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.- Ejemplar <i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller y Henle, 1939).....	9
Figura 2.- Primera (a) y segunda (b) aletas dorsales de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	10
Figura 3.- Dentadura de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	10
Figura 4.- Denticulos dérmicos <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	10
Figura 5.- Distribución mundial del mico o tollo <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	12
Figura 6.- Reproducción <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	17
Figura 7.- Arte de Pesca (Palangre).....	23
Figura 8.- Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	30
Figura 9.- Tipos de medidad aplicadas en el muestreo.....	35
Figura 10.- <i>Carcharhinus falciformis</i> (a) región cervical de donde se obtuvieron las muestras vertebrales.....	36
Figura 11.- Fotografías mostrando arcos neural y hemales, el canal neural, foco y centrum.....	38
Figura 12.- Esquema del plano del corte sagital utilizado en este trabajo (Modificado de Cailliet <i>et al.</i> , 1983).....	39
Figura 13.- Estructura de tallas <i>Carcharhinus falciformis</i> ; a) Hembras; b) Machos....	50
Figura 14.- Estructura de tallas de sexos combinados.....	51
Figura 15.- Distribución mensual de frecuencias de longitudes <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	52
Figura 16.- Proporción de sexo para adultos, juveniles y total de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	53

Figura 17.- Talla de primera madurez en machos <i>C. falciformis</i> LT (cm).....	54
Figura 18.- Talla de primera madurez en hembras <i>C. falciformis</i> LT (cm).....	54
Figura 19.- Relación entre la Longitud Total (cm) y el Radio Total de la vértebra (mm) para hembras (a) y machos (b) <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	55
Figura 20.- Distribución temporal de los tipos de borde de las vértebras del tiburón mico <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	57
Figura 21.- Curva de crecimiento del modelo von Bertalanffy en hembras de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	58
Figura 22.- Curva de crecimiento del modelo von Bertalanffy en machos de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	59
Figura 23.- Curva de crecimiento del modelo von Bertalanffy en sexos combinados de <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	59
Figura 24.- Tasa de crecimiento relativo en longitud (cm) <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	60
Figura 25.- Frecuencia relativa de edades del tiburón <i>Carcharhinus falciformis</i> , para hembras (a) y machos (b) .....	63
Figura 26.- Estructura de edades por mes de hembras y machos del mico <i>Carcharhinus falciformis</i> .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.- Número total de hembras y machos de <i>Carcharhinus falciformis</i> y número de vértebras colectadas (N*) por mes, durante el periodo 2011-2012...	48
Tabla 2.- Frecuencia absoluta de vértebras con bordes claros y oscuros durante el año. ....	56
Tabla 3.- Parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy estimados para hembras, machos y sexos combinados <i>Carcharhinus falciformis</i> . ....	58
Tabla 4.- Valores de longitud total y crecimiento anual estimados para <i>Carcharhinus falciformis</i> . ....	61
Tabla 5.- Parámetros de crecimiento (VBGM) Tiburón mico <i>C. falciformis</i> , reportados en diferentes regiones geográficas. ....	80
Tabla 6.- Edades (años) de <i>C. falciformis</i> reportadas anteriormente en otras zonas, y validación de la periodicidad de la formación de las bandas .....	81

## GLOSARIO.

**Anillo:** Marca concéntrica sobre la vértebra. Pueden ser opacas y claras y se encuentran intercaladas.

**Banda:** Marca concéntrica ancha presente en una estructura, compuesta de grupos de anillos.

**Corpus calcareum:** En las vértebras de tiburones representa la parte más calcificada.

**Foco:** Origen hipotético o real de una estructura esquelética a ser examinada. Generalmente se refiere a escamas pero puede ser usado en un sentido amplio para espinas y radios de aletas, vértebras u otolitos. (Wilson *et al.*, 1983).

**Gonopterigios, Mixopterigios o Claspers:** En los tiburones machos como órgano utilizado para la copulación, el cual transfiere espermatozoides directamente al interior de las hembras, de manera semejante al pene de los mamíferos. (Ferguson & Cailliet, 1990).

**Grupo de edad:** Conjunto de organismos con el mismo número de marcas de crecimiento.

**Intermedialia:** En las vértebras de tiburones, representa la parte con menor grado de calcificación.

**Manejo sustentable (referente al desarrollo sustentable):** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

**Muesca precaudal.** Marca ubicada en la parte posterior del dorso, justo antes del origen de la aleta caudal de tiburones (Garrick, 1982).

**Muestreo:** En muchas ocasiones al estudiar un fenómeno se utiliza una parte del universo (una muestra).

**Pacífico Oriental:** Porción del Océano Pacífico próxima a la costa del continente americano.

**Pesca artesanal:** Actividad de pesca comercial en pequeña escala, que emplea embarcaciones cuyo Tonelaje de Registro Bruto (TRB) no excede las 10 toneladas.

**Radio total:** Distancia del foco de la vértebra al extremo de la misma.

**Validación del crecimiento:** Es la confirmación de una temporalidad de las bandas de crecimiento de la vértebra. Se utiliza para determinar la exactitud de las estimaciones de edad respecto a la edad verdadera.

## LISTA DE ABREVIATURAS.

**cm** Centímetros

**DE:** Desviación Estándar

**ECVB** Ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy

*et. al.,* Otros autores

**Fig.** Figura

**g.l.:** Grados de libertad

**IIM:** Índice de Incremento Marginal

**K:** Coeficiente de crecimiento. Parámetro de la ECVB

**L $\infty$ :** Longitud asintótica. Parámetro de la ECVB

**LF:** Longitud furcal

**LGM** Ecuación de crecimiento Logístico

**LID** Longitud Interdorsal

**LP** Longitud Precaudal

**LT** Longitud Total

**m:** metro

**mm:** milímetros

**n:** Número de ejemplares

**Ø':** Phi-prima

**r<sup>2</sup>** Coeficiente de determinación

**Rt:** Radio Total

**SRP:** Subsecretaría de Recursos Pesqueros

**t<sub>0</sub>:** Edad teórica de un organismo a la cual tiene longitud cero. Parámetro de la ECVB. Origen de la curva de crecimiento.

**Tmax:** Talla máxima

**Tmin:** Talla mínima

**X<sup>2</sup>** Chi cuadrado



## RESUMEN.

El tiburón mico o tollo (*Carcharhinus falciformis*) es una de las principales especies capturadas en las costas ecuatorianas. . La evaluación de los recursos explotados y su dinámica requieren entre otros, conocer la edad y el crecimiento de los organismos. En el presente estudio se abordó la estimación de la edad y descripción del crecimiento del tiburón mico, capturado por la flota artesanal y descargada en Tarqui "Playita Mía" durante diciembre del 2011 a Noviembre del 2012, se registraron 1985 individuos, 1049 ♂ (56-272 cm LT) y 936 ♀ (61-249 cm LT), con un intervalo de tallas entre 56 a 272 cm LT, de los cuales se colectaron 499 muestras vertebrales. La talla de madurez sexual para los machos fue de 185.5 cm LT; mientras que las hembras maduran a los 205.5 cm LT. La técnica utilizada para resaltar las marcas de crecimiento fue el tratamiento con rojo alizarina. La relación entre la longitud total (LT) y el radio de la vértebra mostró una tendencia rectilínea con un elevado coeficiente de determinación ( $r^2 = 0.94$ ), indicando que las vértebras son estructuras adecuadas para realizar estimaciones de edad y describir el crecimiento en esta especie. La periodicidad de formación de las marcas de crecimiento fue determinada a través del porcentaje mensual de tipo de borde de la estructura, encontrando que una marca de crecimiento se deposita de forma anual.

Los grupos de edad encontrados para las hembras fueron de 0 a 19, con moda en el grupo de 9 años. Los grupos de edad para machos fueron de 0 a 17 años, con moda en el grupo de 14 años. La edad máxima estimada para machos fue 17 años (229 cm LT) y para hembras de 19 años (249 cm LT).

Los parámetros de crecimientos de la especie fueron descritos a través del modelo de Von Bertalanffy, obteniendo los siguientes parámetros:  $L_{\infty} = 335 \text{ cm}$ ,  $k = 0.06 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0 = - 2.91$  años para hembras,  $L_{\infty} = 326 \text{ cm}$ ,  $k = 0.06 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0 = - 2.85$  años para machos y  $L_{\infty} = 335 \text{ cm}$ ,  $k = 0.06 \text{ año}^{-1}$  y  $t_0 = - 2.95$  años para sexos combinados. Los resultados sugieren que el tiburón mico presenta un crecimiento lento comparado con otras especies de tiburones. Esta característica, aunada a la fecundidad baja y reproducción tardía que presentan estos organismos, hace del tiburón mico una especie altamente susceptible a la sobreexplotación.

## SUMMARY.

The silky shark (*Carcharhinus falciformis*) is one of the main species caught off the coast of Ecuador. Age and growth determination in fish are vital components in decision-taking for fisheries management. The present study estimated the age and pattern growth of the silky shark *Carcharhinus*, caught by artisanal fleet and discharged in the Tarqui "Playita Mía" from December 2011 to November 2012, there were 1985 individuals 1049 ♂ (56-272 cm LT) y 936 ♀ (61-249 L), specimens ranged from 56 a 272 cm in total length (TL), were samples 499 sections of the vertebral. The size at sexual maturity for males was 185.5 cm TL, while females mature at 205.5 cm TL. The technique used for enhancing the contrast of the calcified bands was alizarin red impregnation. A significant linear relationship ( $r^2 = 0.94$ ) was found between the vertebrae radius and LT, showing a proportional growth between the structure and TL, that which suggests that the vertebrae are appropriate structures to carry out age estimates and to describe the growth in this species. The periodicity of growth mark formation was determined by the monthly frequency of clear and dark edges of the vertebrae, founding that one growth mark is deposited annually.

The estimated age in females ranged between 0 to 19 years old, with mode in the 9 year-old group, where in the males the age groups fluctuated between 0 and 17 years old, with mode in the 14 year-old group. The maximum age recorded was 17 years (229 cm LT) males and 19 years (249 cm TL).

The growth parameters the specie were describe using the Von Bertalanffy model, estimates of the curve parameters were:  $L_{\infty} = 335$  cm,  $k = 0.06 \text{ year}^{-1}$  y  $t_0 = -2.91$  years in females,  $L_{\infty} = 326$  cm,  $k = 0.06 \text{ year}^{-1}$  y  $t_0 = -2.85$  year in males and  $L_{\infty} = 335$  cm,  $k = 0.06 \text{ year}^{-1}$  y  $t_0 = -2.95$  years sexes combined. Results suggests that silky shark has slower growth than other shark species, which combined with other life-history traits such as a low fecundity and delayed reproduction, makes this species highly susceptible to overfishing.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La clase Chondrichthyes incluye a todos los peces de esqueleto cartilagosos, a nivel mundial, se conocen aproximadamente 1200 especies, al menos unas 50 especies de holocéfalos (Quimeras), 600 especies de batoideos (Rayas) y cerca de 500 especies de tiburones (Compagno *et al.*, 2005).

Los tiburones, son recursos biológicos importantes desde el punto de vista ecológico, social y económico (pesquero, cultural, alimentario, turístico). Ya que la población costera del Pacífico Ecuatoriano está ligada en gran medida a la actividad pesquera, particularmente de la pesca artesanal ya que su influencia trasciende hacia un sector muy amplio de la sociedad.

La mayoría son depredadores, se encuentran en el ápice de la cadena trófica, desempeñan una función esencial en el mantenimiento del equilibrio en ecosistemas marinos, principalmente aquellos localizados en las regiones tropicales (Bascombe *et al.*, 2005). Por lo general, son organismos muy móviles con una compleja y amplia distribución, particularmente las especies de gran tamaño.

Su remoción puede tener un efecto considerable e impredecible a nivel del ecosistema en la composición de las especies y su diversidad (Pauly *et al.*, 1998; Stevens *et al.*, 2000; Jackson *et al.*, 2001). Muchos estudios se concentran hoy en analizar su papel de reguladores de los ecosistemas (Sosa-Nishizaki, 2003).

El Tiburón mico o tollo (*Carcharhinus falciformis*) pertenece a la familia CARCHARHINIDAE, y es una de las 31 especies del género *Carcharhinus* identificadas a nivel mundial (Compagno *et al.*, 2005).

Actualmente existe una preocupación generalizada debido a que la mayoría de elasmobranquios, está biológicamente caracterizado por poseer crecimiento lento, son longevos, maduración en edad avanzada, largos ciclos reproductivos y baja fecundidad lo cual los sitúa dentro de la estrategia de vida K (Anderson, 1990b; Musick *et al.*, 2000; Stevens *et al.*, 2000; Holden Watts, 2001). Por ende, las poblaciones de tiburones son lentas en responder cuando son agotadas por sobrepesca.

El estudio de la dinámica poblacional de una especie comprende, entre otros objetivos, la determinación de la edad y el cálculo de los parámetros de crecimiento los cuales son fundamentales en la investigación pesquera, al ser aplicados en la estimación de la edad de reclutamiento, la edad de madurez, la longevidad, la mortalidad natural (Torres *et al.* 2005).

En el caso de los elasmobranquios y dada sus características de historia de vida ya descritas, la ausencia de información sobre la edad y crecimiento puede constituir un factor limitante en la elaboración de planes de manejo pesquero (Hoff & Musick 1990). La gestión exitosa de la pesca depende de la información exacta y correcta de la edad, la información que se obtiene a partir de estos estudios es crucial para estimar su poder de recuperación y predecir cómo cambiará su abundancia.

Las estimaciones de edad inexactas pueden conducir a graves errores en las evaluaciones de poblaciones y posiblemente la sobreexplotación (Campana, 2001; Cortes's, 2004; Goldman, 2005).

En la actualidad tenemos poco conocimiento sobre su estado actual debido a que los estudios realizados son escasos, selectivos, descriptivos, fragmentados y discontinuos en el tiempo, existe una verdadera necesidad de incrementar los estudios de investigación, la gestión e incluso el trabajo de conservación de los tiburones micos. La falta de información biológica, como son los datos sobre edad y crecimiento de los organismos son los que no nos hace posible diseñar qué modelo de evaluación y medidas de manejo pesquero podemos desarrollar para esta especie (Hoff y Musick, 1990; Castillo-Géniz, 2003), información indispensable para realizar en un futuro evaluación cuantitativa de este recurso pesquero.

La conservación adecuada del recurso Tiburón depende de las regulaciones que gobiernan las actividades, acatamiento y fiel cumplimiento, elementos que constituyen un requisito primordial para el ordenamiento pesquero exitoso.

Cabe recalcar que no existe ningún trabajo que aborde los parámetros en edad y crecimiento para *Carcharhinus falciformis*, en la zona central del Pacífico Oriental Tropical, de ahí la relevancia del presente estudio, lo que permitirá conocer aspectos básicos de su dinámica poblacional, lo cual a su vez podrá contribuir al establecimiento de planes de manejo adecuados para la especie.

## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL.**

Determinar la edad, y estimar los parámetros de crecimiento del grupo poblacional del tiburón mico *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839), que habita en las aguas del pacífico ecuatoriano, con el fin de aportar conocimiento biológico para el manejo de la pesquería en Ecuador.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Definir la mejor técnica para esclarecer las bandas de crecimiento en las vértebras de *Carcharhinus falciformis*.
2. Describir la estructura de tallas para *Carcharhinus falciformis*.
3. Obtener la relación entre la longitud total y el radio de la vértebra de *Carcharhinus falciformis*.
4. Estimar los parámetros de crecimiento para el modelo de Von Bertalanffy ( $k$ ,  $L_{\infty}$  y  $t_0$ ) para las hembras, machos y sexos combinados de *Carcharhinus falciformis*.
5. Verificar la periodicidad de formación de los anillos de crecimiento.
6. Evaluar diferencias en las curvas y parámetros de crecimiento entre sexos.
7. Evaluar la estructura de edades de la población mediante un conteo de bandas de crecimiento en vértebras.

### **3. HIPÓTESIS.**

Existen diferencias significativas en los parámetros de crecimiento entre machos y hembras de *C. falciformis* en las muestras obtenidas de los desembarques en la Playa de Tarquí en el periodo 2011-2012.

#### **Variable dependiente:**

Captura

Desembarque

Equipos

#### **Variable independiente:**

Sexo-

Longitud

Período/meses

#### **Operacionalización de las variables**

Registros estadísticos

Entrevistas con personas claves

Fotografías

## **4. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.**

Los parámetros de la historia de vida de algunas especies que están siendo explotadas inadecuadamente y presentan indicios de sobreexplotación, como es el caso de *Carcharhinus falciformis* son de suma importancia.

El creciente interés por el estudio de los tiburones, junto con el hecho de que cada vez se están declarando protegidas a más especies, sugiere una urgencia en investigaciones que den resultados a corto plazo.

Ridewood (1921) fue el primero en observar, describir y documentar las bandas concéntricas en las vértebras y convirtió a esta estructura la más utilizada en la determinación de la edad en tiburones y batoideos (Cailliet *et al.*, 1983; Cailliet & Goldman, 2004). A partir de entonces, esta técnica ha sido aceptada, perfeccionada y utilizada ampliamente.

Desde el comienzo de las técnicas para estudios de edad, el número de investigaciones ha aumentado significativamente y a la fecha se conoce información de aproximadamente 110 especies de elasmobranquios (Cailliet & Goldman, 2004).

### **4.1 TAXONOMÍA.**

Una descripción científica del tiburón mico fue publicado por primera vez por el alemán Johannes Müller biólogos y Jakob Henle bajo el nombre *Carcharias falciformis*, en 1839 (Systematische Beschreibung der Plagiostomen).



El *falciformis* epíteto específico en latín significa "en forma de hoz", que se refiere al contorno de las aletas dorsal y pectoral.

Autores posteriores han asignado esta especie al género *Carcharhinus*. Debido a Müller y Henle del espécimen tipo fue un feto femenino 53 cm de largo en Cuba, los tiburones micos adultos históricamente no se reconocen como *Carcharhinus falciformis* y se describieron como una especie separada, *Carcharhinus florida* por Henry Bigelow, William Schroeder y Stewart Springer en 1943 - Jack Garrick, Richard Backus, y Robert Gibbs *et al.* 1964; estudiaron a *Carcharhinus falciformis* y a *Carcharhinus floridanus*, encontrando que ambas especies nominales eran simplemente estadios diferentes de crecimiento de la misma especie, por lo tanto se concluyó que *C. floridanus* es una sinonimia de *C. falciformis*.

#### **4.1.1. Nombres Comunes:**

El tiburón sedoso, llamado así por la fina textura de su piel en comparación con otros tiburones, (resultado de densos dentículos dérmicos) (Figura 4). Otros nombres comunes en inglés incluyen tiburón mancha negra, gris whaler tiburón, tiburón de oliva, tiburón ridgeback, tiburón hoz, tiburón seda, tiburón en forma de hoz. A nivel internacional, este tiburón se conoce comúnmente como el cacao (portugués), cazón, jaqueton (españoles), haukkahai (finlandés), kurotogarizame (japonés), lombo preto (portugués), marracho sedoso (portugués), marracho luzidio-(Portugués ), tiburón jaqueton (españoles), tiburón lustroso (españoles), tiburón sedoso (españoles), tinterero (españoles), tollo (españoles), tollo mantequero (españoles), Tribon berde (papiamento), Tubarão-luzidio (portugués).

El tiburón mico o tollo, pertenece a la clase Chondrichthyes (peces cartilagosos), a la sub-clase Elasmobranchii (tiburones y rayas), del súper orden Selachimorpha (tiburones), del orden Carcharhiniformes (grupo de tiburones), de la familia Carcharhinidae (Jordan & Evermann, 1896), del género *Carcharhinus* (Blainville, 1816), especie *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839).

## **4.2 BIOLOGÍA:**

### **4.2.1 Caracteres distintivos de *Carcharhinus falciformis*.**

El Tiburón mico o tollo tiene cuerpo alargado y esbelto, con hocico redondeado moderadamente largo; dientes de la mandíbula superior con cúspides angostas y bien delimitadas de las bases robustas y aserradas, con bases anchas (Compagno *et al.*, 1995). (Figura 1).

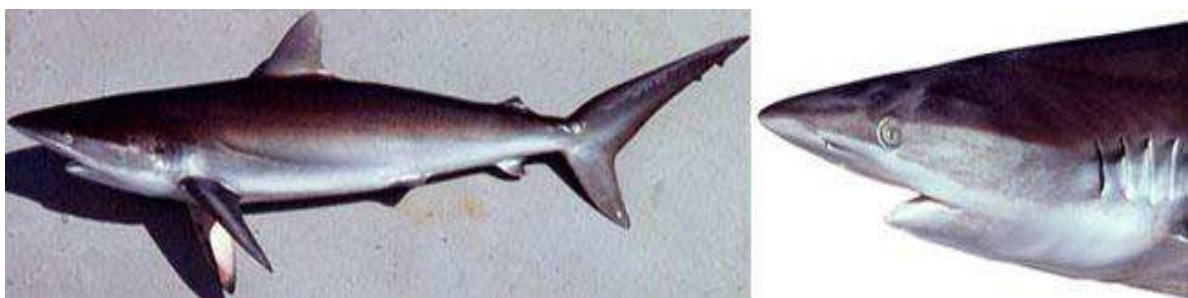
La primera aleta dorsal es moderadamente alta, de ápice redondeado, su origen situado por detrás de los extremos libres de las aletas pectorales; la segunda aleta dorsal es muy baja, (Figura 2), su lóbulo posterior es largo, delgado y su origen está situado aproximadamente por encima del origen de la aleta anal; el margen interno es más largo que el doble de la altura de la aleta, además de presentar un pliegue interdorsal; las aletas pectorales son más largas y falciformis en los adultos (Castro, 1983). Los ojos circulares, de tamaño mediano están equipados con membrana nictitante.

Surcos poco profundos están presentes en las comisuras de la boca. Las hembras crecen más que los machos. Hay 14-16 y 13-17 filas de dientes a ambos lados de las mandíbulas superior e inferior, respectivamente.

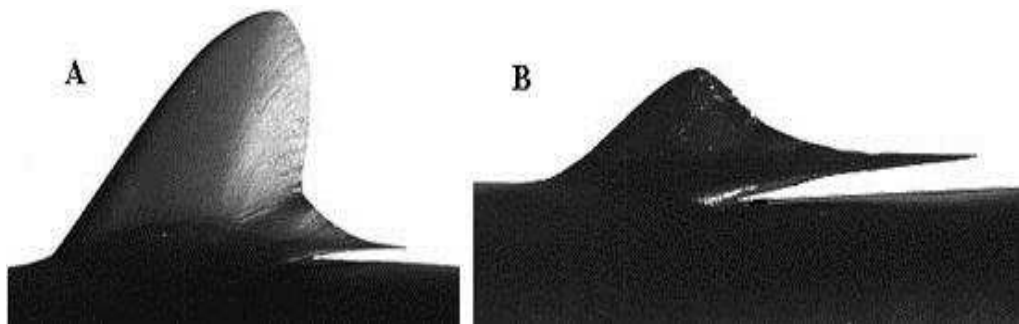
Los dientes superiores son triangulares y fuertemente dentados, con una muesca en el borde posterior, sino que son erguidos en el centro y se vuelven más oblicuas hacia los lados. Los dientes inferiores son estrechos, erguidos, y de bordes lisos. (Figura 3) Los cinco pares de hendiduras branquiales son de longitud moderada.

A partir de la muesca precaudal de los tiburones del género *Carcharhinus*, Garrick (1982) dividió en dos regiones la columna vertebral de estos organismos. La región anterior a esta escotadura se llama precaudal, mientras que la posterior se denomina caudal. [www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/.../silkyshark.html](http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/.../silkyshark.html).

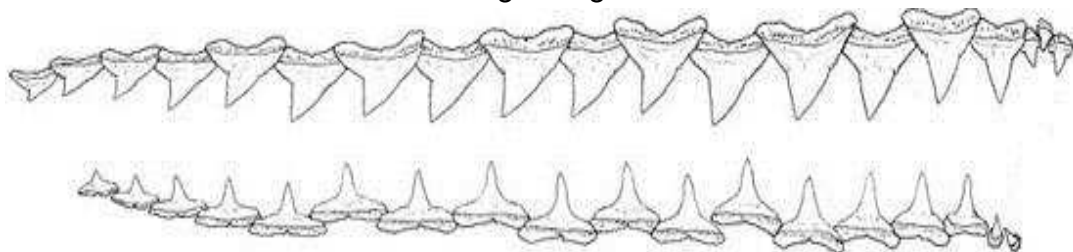
Asimismo afirmó que *Carcharhinus falciformis* posee de 98 a 106 vértebras precaudales, y de 98 a 110 caudales, teniendo en total de 199 a 215 vértebras.



**Figura 1.-** Ejemplar *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839), George Burgess

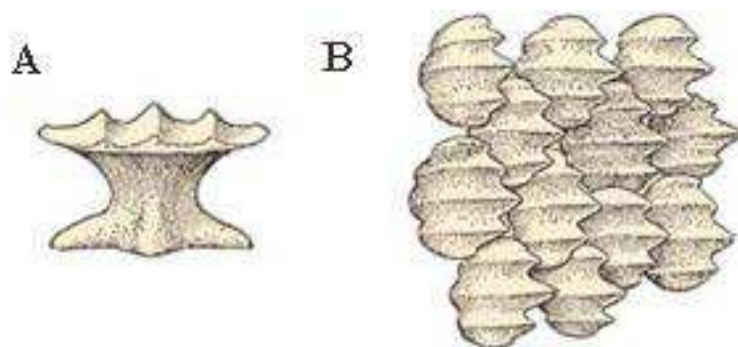


**Figura 2.-** Primera (A) y segunda (B) aletas dorsales de *C. falciformis*, fotos de George Burgess



Dientes del lado derecho superior e inferior de *Carcharhinus falciformis*, ex Garrick (1982) NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 445.

**Figura 3.-** Dentadura de *Carcharhinus falciformis*.



Una vista apical de un solo dentículo (aproximadamente 72x), dentículos dérmicos **B** (aproximadamente 36x), ex Bigelow y Schroeder (1948) FWNA

*Dentículos dérmicos*; Son pequeños, apretados y más pulidos que da a la piel lisa o "suave" textura, de ahí su nombre común.

**Figura 4.-** Dentículos dérmicos *Carcharhinus falciformis*.

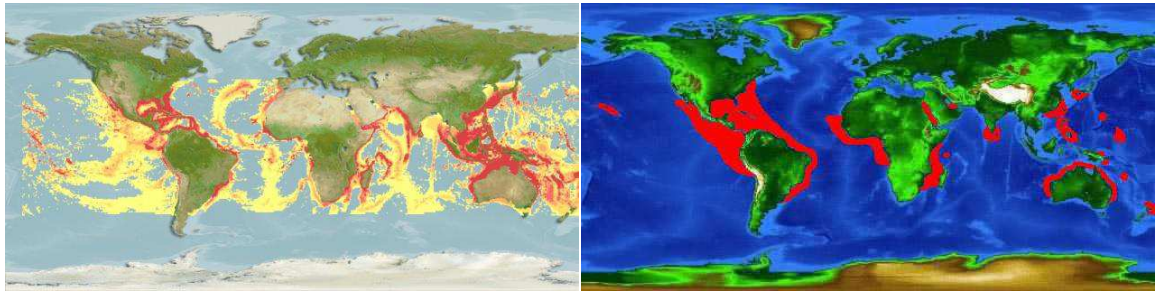
#### **4.2.2 Distribución geográfica.**

El tiburón mico *Carcharhinus falciformis*, (Müller y Henle, 1839) se encuentran en todo el Pacífico, Atlántico e Índico, (Figura 5) también entre las especies de tiburones más abundantes del mundo. Es una especie epipelágica, costera-oceánica tropical, prefieren aguas más cálidas 23 °C (Last y Stevens, 1994).

Se le describe como un nadador rápido, activo, agresivo y altamente migratoria (Fishbase, 2007), se mueve hacia latitudes ligeramente más altas durante los meses de verano (Camhi *et al.*, 2008, Gilbert y Schlernitzauer, 1966; MarineBio.org de 2012).

Los registros muestran que se han visto en aguas tan superficiales como 18 metros (56 pies) hasta al menos 500 metros (1.550 pies), es más común en aguas > 200 m cercanas al borde de la plataforma continental e insular y por encima de arrecifes de aguas profundas (Compagno *et al.*; 2005; Michael, 2005; Camhi *et al.*, 2008; Clarke, *et al.*, 2011; MarineBio.org de 2012).

En base a las diferencias de historia de vida, cuatro poblaciones distintas de tiburones micos se han identificado en las cuencas oceánicas en todo el mundo: en el Atlántico noroccidental, en el Pacífico occidental y central, en el Pacífico oriental, y en el Océano Índico.



Distribución de *Carcharhinus falciformis*  
[www.fordivers.com](http://www.fordivers.com)      [whrhmmarinebiology.wikispaces.com](http://whrhmmarinebiology.wikispaces.com)

**Figura 5.** Distribución mundial del mico o tollo *Carcharhinus falciformis*.

#### 4.2.3 Migración.

Se sabe relativamente poco acerca de las migraciones y movimientos del tiburón mico. Pueden migrar largas distancias, con velocidades máximas estimadas de hasta 60 km/día, lo que la sitúa en la cuarta velocidad tras el tiburón azul (*Prionace glauca*, Carcharhinidae), el tinto (*Isurus oxyrinchus*, Lamnidae), y el tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*, Carcharhinidae; Kohler *et al.*, 1998). La distancia máxima conocida recorrida por un tiburón sedoso es 1.339 kilómetros (Kohler *et al.*, 1998).

En el Pacífico, los tiburones micos parecen moverse desde el Ecuador hacia latitudes ligeramente más altas durante el verano (Strasburgo, 1958), y es posible que este patrón de movimiento también se produce en otras poblaciones de esta especie (Cadena-Cárdenas, 2001).

Son comúnmente asociados con los bancos de atunes y probablemente realicen viajes largos durante toda su vida, pero este aspecto de su ecología no está bien documentado.

Durante los primeros años de vida, los menores viven en las zonas de cría y llevan un estilo de vida demersal o semi-pelágico. A medida que crecen y alcanzan una longitud media de adultos jóvenes de alrededor de 130 cm, migran a aguas más profundas en alta mar. En esta etapa, que a menudo se unen y viajan con grandes cardúmenes de peces pelágicos como el atún, asegurando un suministro constante de alimentos.

Los adultos regresan estacionalmente para alimentarse y reproducirse en aguas de la plataforma, pero también se pueden encontrar en las zonas oceánicas (Camhi *et al.*, 2008;.. Clarke, *et al.*, 2011).

### **Color:**

- La parte posterior es metálica de oro-marrón a gris oscuro, gris-marrón o azul negruzco (vivo), gris apagado después de la muerte.
- El vientre es grisáceo o blanco como la nieve, que se extiende hacia el flanco como una banda más ligero desmayo.
- Las aletas se oscurecen en las puntas, lo que es más evidente en los tiburones jóvenes.
- Las puntas de las aletas dorsales son más oscuras que el resto del cuerpo.

### **Descripciones Externas.**

- Origen de la primera aleta dorsal detrás de las aletas pectorales.
- El margen interno de la segunda aleta dorsal es más de dos veces la altura de la aleta.

- Su longitud igual o levemente menor que la anchura de la boca, pero mayor que la distancia internarial.
- Aletas pectorales largas y falciformes.
- Dientes superiores aserrados, con cúspides oblicuas.
- La aleta caudal es bastante alta con un lóbulo inferior bien desarrollado.

### **Descripciones Internas:**

- Vértebras: 182 a 195, la mayoría inferior a 190.
- Cráneo con cartílagos rostrales no engrosados ni hipercalcificados.
- Total de válvulas intestinales, 47 a 54.

#### **4.2.4 Alimentación.**

El tiburón mico es una especie ictiófaga selectiva, se alimenta principalmente de peces óseos de todos los niveles de la columna de agua, los tiburones micos generalmente abandonan sus zonas de cría costeras y en alta mar se mueven a una existencia más oceánico como sub-adultos, con frecuencia se unen a cardúmenes de atún en el que parecen alimentarse (Branstetter 1987; Bonfil 1990).

Se alimenta de peces (*Thunnus albacares*, *Thunnus* spp., *Auxis thazard*) y cefalópodos (*Ancistrocheirus lesueurii* y *Argonauta* spp.) (Cedeño - Figueroa *et al.* 2007).

Se encontraron 4 grupos tróficos principales en el Océano Pacífico Oriental: cefalópodos, crustáceos, mamíferos marinos y peces teleósteos.



El tiburón piloto se alimenta principalmente del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (66.7%). Familia *Carangidae* (59.8%), *Cubiceps pauciradiatus* (59.22%), *Dosidicus gigas* (21%) *Katsuwonus pelamis* (65.1%).

Las categorías entre machos juveniles y adultos, así como entre sexos, indica que existe una segregación por talla y sexo.

#### **4.2.5 Reproducción.**

La mayoría de especies de tiburón crecen lentamente y necesitan muchos años para alcanzar la madurez, las especies más grandes suelen tardar de seis a ocho años en madurar e incluso más, los tiburones tienen un ciclo reproductivo largo, de uno a dos años de duración en la mayoría de especies, y también un prolongado periodo de gestación, la gestación dura entre tres y cuatro meses en las especies pequeñas y hasta dos años o más en los tiburones de gran tamaño.

El tiburón mico es una especie con reproducción vivípara (Figura 6). con placenta provista de saco vitelino, de 2 - 14 crías por camada (Compagno *et al.* 2005), posiblemente en años alternos (Ecuador se han registrado entre 1 y 11 crías)

Las tallas de los embriones machos fluctúan entre 32 cm a 67.2 cm LT, y de las hembras entre 30.2 cm a 66 cm LT.

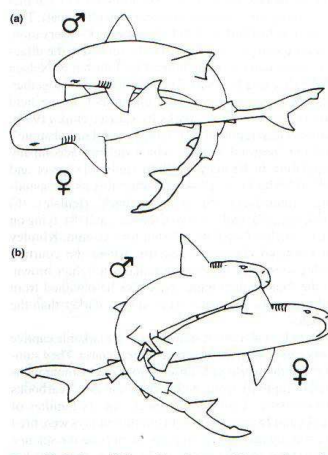
Se encuentra en el desarrollo evolutivo más avanzado de la viviparidad en tiburones debido a que tiene embriones contenidos en cápsulas en la gestación temprana así como compartimientos individuales para cada embrión. Al igual que otros tiburones

del mismo género, el tiburón mico se segrega por sexos, por lo que el apareamiento ocurre sólo durante un periodo de tiempo, cuando los miembros de ambos sexos están juntos (Strasburg, 1958).

La época de nacimiento de *Carcharhinus falciformis* es a principios de verano con un periodo de gestación de 12 meses con un descanso entre parto y parto y nacen a una talla de 65-80 cm LT.

Los machos maduran a menor talla que las hembras, la talla de madurez se encuentra alrededor de los 180 cm LT (Branstetter y McEachran 1986; Bonfil *et al.*, 1993; Cadena-Cárdenas 2001; Hoyos-Padilla 2003; Oshitani *et al.*, 2003; Sánchez de Ita 2004).

El crecimiento y maduración de los tiburones de aguas más templadas suele ser más lentos en comparación con los de las regiones más cálidas. La máxima edad es de al menos 22 años.



Tricas y LeFeuvre (1985);  
Uchida *et al.*, 1990



Calphotos.berkeley.edu  
Tomado de Carrera Fernandez M. 2011.

**Figura 6.** Reproducción *C. falciformis*.

### **Tamaño.**

Talla máxima: 3.5 m de longitud total; común hasta 2.5 m, talla al nacer de 57 a 87 cm (Compagno *et al.*, 1995).

Las tallas registradas en el Ecuador para el tiburón mico; machos es de 60 cm hasta 245 cm LT, mientras que para hembras está entre 61 cm a 309 cm de LT.

### **Estado.**

El tiburón mico está clasificado como Casi Amenazado (NT) en la Lista Roja de la UICN

#### **4.2.6 Edad y Crecimiento.**

Existen métodos indirectos como directos para la determinación de la edad. Los métodos indirectos se basan generalmente en el análisis de frecuencias de tallas, sin embargo, en el caso de los tiburones estos métodos son poco convenientes debido a su lento crecimiento y gran longevidad, dificultando la separación de los grupos modales de tallas en muchas especies (Cailliet y Goldman, 2004).

Los métodos directos involucran la crianza, el marcaje y recaptura de organismos o el análisis de marcas (bandas de crecimiento) en las estructuras duras (Gallucci *et al.*, 1996), Los centros de las vértebras y otras estructuras esqueléticas (como espinas, denticulos y arcos hemales) son cartílagos calcificados compuestos principalmente de un mineral (hidroxiapatita) depositado dentro de una matriz orgánica (Kerr *et al.*, 2006).

En la mayoría de los elasmobranquios esta mineralización ocurre por depósitos periódicos durante su crecimiento, factores ambientales como la temperatura del agua o el fotoperiodo, factores fisiológicos como los patrones de alimentación o ciclo reproductivo, han sido sugeridos como los responsables de la deposición anual de las marcas de crecimiento (Torres *et al.*, 2005, Goldman 2004), lo que ha permitido el uso de varias técnicas y métodos para determinar la edad y el crecimiento (Daiber 1960, Holden 1972, Holden & Vince 1973, Du Buit 1976, Cailliet *et al.*, 1983, Ryland & Ajayi 1984, Brander & Palmer 1985, Fuentealba & Leible 1990, Walmsley-Hart *et*

*al.*, 1999, Sulikowski *et al.*, 2005, Lessa *et al.*, 2006, Licandeo *et al.*, 2006, Romine *et al.*, 2006, Davis *et al.*, 2007, Quiroz *et al.*, 2007, Zavatteri 2010).

La consistencia y color de las bandas se debe a las diferencias de concentración de calcio y fósforo presentes en ellas; la banda opaca formadas durante el verano (lento crecimiento) tiene un mayor contenido de estos elementos y la que tiene un color translúcido banda hialina (rápido crecimiento) menor concentración (Cailliet *et al.*, 1986; Cailliet y Goldman, 2004).

Existe una gran variabilidad en el patrón de calcificación dentro y entre grupos taxonómicos de peces cartilagosos (Goldman 2004), por lo que es necesario realizar estudios específicos para cada especie.

Una de las estructuras calcificadas más comunes usadas en los estudios de determinación de edad de los peces cartilagosos son las vértebras, ya sean enteras o bien, cortes longitudinales o transversales (Rossouw 1984, Cailliet *et al.*, 1986, Campana 2001, Goldman 2004, Sulikowski *et al.*, 2005, Lessa *et al.*, 2006, Licandeo *et al.*, 2006, Davis *et al.*, 2007).

Los estudios precedentes indican que es posible estimar la edad y el crecimiento en las especies de tiburones mediante la lectura de bandas de crecimiento en las vértebras., sin embargo, el asociar la formación de un par de bandas (opaca y hialina) con un periodo anual, podría no ser correcto, por lo que es necesaria la validación de esta periodicidad (Cailliet *et al.*, 2006).

#### **4.2.7 Pesquería.**

Aunque en Ecuador se ha avanzado en algunos aspectos como la adopción del Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de tiburones (PAN-Tiburones), aún no se ha evaluado el impacto potencial de la explotación de estos animales. Los Planes de Acción tienen como objetivo garantizar la explotación sostenible de tiburones; evaluar las amenazas a sus poblaciones, determinando hábitat críticos y estrategias de explotación sustentables; identificar poblaciones vulnerables o amenazadas; mejorar y desarrollar marcos para establecer y coordinar a las partes involucradas; reducir al mínimo los desechos y descartes de la pesca de tiburones, exigiendo por ejemplo, la retención de los tiburones a los que se les quitan las aletas; fomentar el aprovechamiento integral de los tiburones muertos. Puntualmente, los planes de acción deberían definir los niveles de captura precautorios, limitar el ingreso a las pesquerías, determinar el número de permisos de pesca, poner restricciones a las artes o aparejos de pesca, prohibir el cercenamiento de aletas, y obligar a los usuarios de estos recursos a entregar la información pesquera correspondiente (Lamilla *et al.*, 2005).

No obstante las acciones mencionadas anteriormente, en la reunión del COFI, llevada a cabo el 2 de marzo de 2009 en Roma, un grupo de ONGs llamaron la atención acerca del escaso registro de esfuerzos en la conservación de tiburones: “A diez años desde la adopción del Plan de Acción Internacional, la mayoría de las naciones no han completado los Planes Nacionales de Acción, o impuesto limitaciones básicas de pesca para la explotación de este grupo de animales. Los

Planes de Acción Regional no han sido desarrollados, la información de pesquerías de tiburones se mantiene inadecuada y la mayoría de las prohibiciones de aleteo son demasiado indulgentes” (FAO, 2009).

Durante esta reunión se anunció además la incorporación de 9 especies adicionales de tiburones a la Lista Roja de tiburones y rayas amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Esto completa un total de 18 especies de tiburones listados bajo la categoría “en peligro”, y 10 bajo “críticamente en peligro”. La lista ahora incluye a los tiburones martillo (*Sphyrna zygaena*, *Sphyrna lewini*), tiburones pelágicos como el tiburón mico (*Carcharhinus falciformis*), tiburón baboso (*Carcharhinus obscurus*), tiburones zorro (*Alopias* spp.), tiburón tinto (*Isurus oxyrinchus*), tiburón aletón (*Carcharhinus longimanus*), tiburón azul (*Prionace glauca*), tiburón trozo (*Carcharhinus plumbeus*), tiburón come perro (*Carcharhinus leucas*), y al tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*).

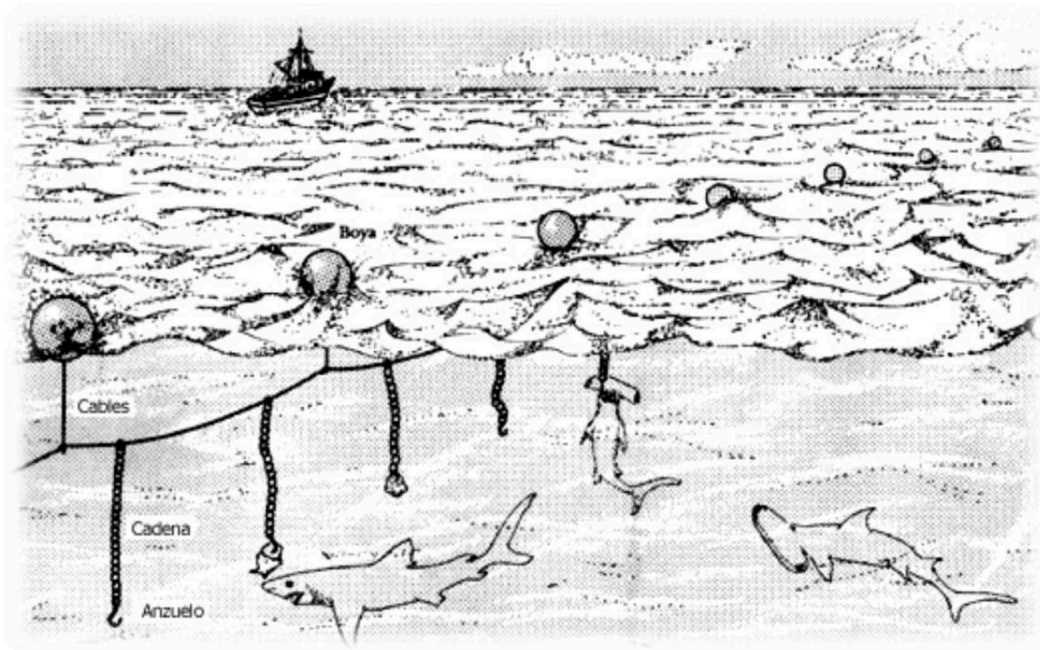
Ecuador se caracteriza por ser uno de los países que más aprovecha los recursos marinos. De las 500 especies conocidas de tiburones que existen en el mundo, 38 son capturadas en aguas ecuatorianas, entre las que se destacan, el tiburón zorro pelágico (*Alopias pelagicus*, el tiburón azul o tintorera (*Prionace glauca*), el tiburón tolo mico o sedoso (*Carcharhinus falciformis*), el tiburón martillo o cachuda blanca (*Sphyrna zygaena*) el tiburón tinto o mako (*Isurus oxyrinchus*), el tiburón zorro ojón (*Alopias superciliosus*), el tiburón martillo o cachuda roja o común (*Sphyrna lewini*), (Martínez & Galván, 2007).

*Carcharhinus falciformis* es la especie de tiburón capturada con mayor frecuencia en la pesquería atunera de cerco en el Océano Pacífico Oriental (OPO) (Roman-Verdesoto & Orozco-Zöller 2005, CIAT 2009, CIAT 2010). Por lo que es frecuente encontrar información cuantitativa de esta especie en los reportes que elabora la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT, 2006).

La presión pesquera sobre los elasmobranquios, tanto dirigida como; incidental ha aumentado en las últimas cinco décadas (Casey & Myers, 1998; Stevens *et al.*, 2000; Baum *et al.*, 2003), son capturados tanto con espinel como con red de enmalle, los pescadores artesanales dividen su esfuerzo en dos épocas del año, de noviembre a marzo que es la temporada en donde se da una veda natural por lo que hay menos incidencia en la captura de tiburón por el tamaño de anzuelo empleado (J2, J3, J4, J5) debido a que la pesca objetivo es el dorado; los tiburones desembarcados en este periodo provienen de las fibras que salen a pescar con red de enmalle de deriva a pocas millas de la costa ; de abril a octubre la flota dirige su esfuerzo la especies de picudos y atunes, en esta temporada es cuando la se incrementa la captura del tiburón ya que el tamaño del anzuelo es mayor (C36, C38) (Figura 7).

En este sentido, los elasmobranquios, se han convertido en uno de los recursos marinos más amenazados a nivel global (Stevens *et al.*, 2000; Dulvy & Reynolds, 2002, entre otros).





**Figura 7.-** Arte de Pesca (Palangre).

El tiburón mico en el Ecuador dentro de las capturas (número de individuos) de la flota palangrera (clase tiburón), ocupa el quinto lugar (4,44%) en la pesquería del Dorado (*Coryphaena hippurus*) y el tercer lugar (10,88%) en la pesquería de Atún, Picudo y Tiburón (APT); mientras que en los desembarques totales de las pesquerías artesanales ocupa el tercer lugar en importancia con el 10,75% dentro del grupo tiburón.

## **4.3. MARCO LEGAL.**

### **4.3.1.El Sector Pesquero Ecuatoriano.**

La conservación adecuada del recurso Tiburón depende de las regulaciones que gobiernan las actividades, acatamiento y fiel cumplimiento, elementos que constituyen un requisito primordial para el ordenamiento pesquero exitoso.

La flota pesquera ecuatoriana está conformada por dos sectores: el industrial y el artesanal.

En el sector pesquero industrial operan las flotas: cerquera atunera, cerquera costera, arrastrera camaronera y la palangrera asociada, mientras que el sector pesquero artesanal está compuesto por varios tipos de embarcaciones que van desde las balsas, canoas de madera, botes de fibras de vidrio, balandras y barcos; éstas dos últimas embarcaciones son usadas como barcos “nodrizas” que llevan de 3 a 15 botes de fibra de vidrio, remolcando hasta las zonas de pesca (*Aguilar, Chalén, Villón, Solís, Gaibor, 2005*).

El sector pesquero ecuatoriano está regulado por las siguientes instituciones: El Ministerio de Comercio Exterior, Industria, Pesca y Competitividad (MICIP), la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP), el Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero (CNDP), la Dirección General de Pesca (DGP) y el Instituto Nacional de Pesca (INP), (*Aguilar et al., 2005*).

### **4.3.2. Legislación Para La Pesca Del Tiburón En El Ecuador.**

A continuación se resumen los Acuerdos y Decretos relacionados con la protección y manejo de los tiburones en el Ecuador: (Aguilar *et al.*, 2005).

**El Acuerdo No. 097.-** Habla de las regulaciones para la captura y comercialización del tiburón donde se prohíbe extraer las aletas de este recurso y devolver el cuerpo no aprovechado al mar (aleteo), por lo que su carne debe ser utilizada íntegramente.

Se debe enviar un reporte sobre la captura del organismo y el destino de su carne a la DGP para llevar un control (Publicado en el Registro Oficial 263 del 27 de Agosto de 1993).

**El Acuerdo No. 151.-** Trata sobre la Reserva de la Pesca Artesanal y la Zona de Amortiguamiento dentro de Galápagos donde se prohíbe la pesca del tiburón en dicha zona, así como el transporte y comercio para el continente de sus aletas (Publicado en el Registro Oficial No. 434, Mayo 13 de 1986)

**El Acuerdo No. 036.-** Se enfoca en las regulaciones para la comercialización de aletas de tiburón donde los exportadores y las exportaciones de aletas de tiburones provenientes de la pesca incidental en el mar continental deben estar autorizados por la DGP. Además, de las sanciones a los infractores de la ley (Publicado en el Registro Oficial del 14 Julio de 1997).

**El Decreto No. 2130.-** Es una modificación del acuerdo No. 036, donde se prohíbe la exportación o comercialización de las aletas aunque éstas provengan de la captura

incidental, las sanciones; la prohibición de pesca dirigida de tiburones, la importación de los artes de pesca para este fin y el aleteo (Publicado en el Registro Oficial 437 del 7 de Octubre del 2004).

**Decreto 2662.-** Normas para el ordenamiento de la pesquería incidental del tiburón.

**Art. 1.** Prohíbese la pesca cuyo objetivo específico sea el tiburón en todo el territorio nacional. Consecuentemente queda prohibido el uso de artes y sistemas de pesca con esta modalidad. Prohíbese el palangre tiburonero, en el que utilizan anzuelos # 10 – 3/0 torcido de ojal normal y reinal acero maleable, alambre o cadena.

Las artes o componentes a los que se refiere el párrafo inmediato anterior que se encontraren a bordo de embarcaciones pesqueras así como los tiburones que se encontraren serán decomisados y se abrirá el respectivo proceso pesquero al capitán y armador de la embarcación. Los armadores y sus capitanes que incumplieren lo establecido en el inciso anterior serán sancionados de acuerdo a las Leyes pertinentes.

**Art. 2.** Prohíbese la práctica del “aleteo del tiburón”. Se permitirá únicamente el desembarco de tiburones enteros. La remoción de las aletas deberá efectuarse en tierra. Si en las embarcaciones pesqueras o en sus desembarques se encontraren aletas de tiburón sin sus respectivos cuerpos, las mismas serán decomisadas y se abrirá el respectivo proceso pesquero al capitán y armador de la embarcación. La reincidencia sobre esta infracción, conllevará la suspensión definitiva del permiso de pesca de la embarcación y esta no podrá ser destinada a actividades de la pesca o

conexas a ella. Las aletas de tiburón que sean decomisadas no serán objeto de donación, venta o subasta, ni podrán ser exportadas. Estas aletas serán incineradas en un acto público.

**Art. 4.** Prohíbese la importación de aletas de tiburón. Solo se permitirá la comercialización y exportación de aletas de tiburón provenientes de la pesca incidental. Entiéndase como pesca incidental del tiburón la captura que se obtiene en las faenas de pesca con artes y sistemas de pesca dirigidas a otras especies bioacuáticas y que no sobrepasen el 10% de la captura en esas faenas (12 de Marzo del 2005).

**El Decreto Ejecutivo 486** (Tiburón) de conformidad con el artículo 248 de la Constitución Política de la República, el Estado ecuatoriano tiene el derecho soberano sobre la diversidad biológica, y su conservación y utilización Sostenible se hará con participación de las poblaciones involucradas cuando fuere del caso y de la iniciativa privada, según los programas, planes y políticas que los consideren como factores de desarrollo y calidad de vida.

Que la pesca incidental del tiburón, es una realidad existente en el ejercicio de la actividad pesquera en la costa continental ecuatoriana; Que es necesario establecer medidas de manejo pesquero, que aseguren la sustentabilidad de las poblaciones de tiburones y que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los pescadores y la seguridad alimentaria de los pueblos, particularmente de aquellos que tienen como actividad fundamental la pesca artesanal.

**Art.1.-** Para los fines pertinentes, se define como pesca incidental a la captura involuntaria de especies bio-acuáticas con artes o sistemas de pesca dirigidos a la captura voluntaria y planificada de otras especies bio-acuáticas.

**Art. 2.-** Prohíbese en todo el territorio nacional la pesca cuyo objetivo específico sea el tiburón. Consecuentemente queda prohibido el uso de artes y sistemas de pesca que se empleen específicamente para capturar tiburones.

**Art. 3.-** Prohíbese en todo el territorio nacional el uso del arte de pesca denominado "palangre tiburonero", en el que se utilizan anzuelos #1/0 y/o 3/0 torcido de ojal normal y reinal de acero maleable, alambre o cadena.

**Art. 4.-** Prohíbese en todo el territorio nacional el uso de cable acerado o metálico - denominado comúnmente "huaya"- en la parte terminal de los reinales o líneas secundarias antes de la unión con el anzuelo, tanto en el palangre, espinel y/o longline que sirve para la captura del dorado (*Coryphaena hippurus*), del atún ojo grande (*Thunnus obesus*), del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), de los picudos de la familia *Istiophoridae*, del pez espada (*Xiphias gladius*) y especies afines. Dicho cable o alambre metálico deberá ser reemplazado por material de poliamida monofilamento.

**Art. 5.-** Prohíbese la práctica del "aletea", definida como la captura del tiburón para la extracción exclusiva de sus aletas y el descarte del cuerpo al mar. Los cuerpos de los tiburones deberán ser utilizados íntegramente, para lo cual deberán contar con los respectivos permisos de comercialización emitidos por la autoridad competente.

Decreto 902.- Declárese en vigencia los artículos:

**Art. 6.-** Quienes durante el ejercicio de la actividad pesquera, capturen tiburones, como producto único y exclusivo de la pesca incidental, podrán comercializar y utilizar íntegramente su carne.

**Art. 7.-** Se permitirá únicamente el desembarco de tiburones enteros procedentes de la pesca incidental efectuada por embarcaciones registradas en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y en las Capitanías de Puerto, ubicadas a lo largo de la costa continental, con la finalidad de proceder a su comercialización. La remoción de las aletas podrá efectuarse únicamente en tierra, en los puertos de desembarque ubicados a lo largo de la costa continental.

**Art. 8.-** Las aletas de tiburón que sean decomisadas, no serán sujeto de donación, venta, subasta, ni podrán ser exportadas. Estas aletas serán custodiadas por la autoridad competente de la jurisdicción donde éstas hayan sido decomisadas, la que actuará, según el siguiente orden:

- a) Policía Ambiental;
- b) Subsecretaría de Recursos Pesqueros; y,
- c) Capitanías de Puerto.

**Art. 11.-** Se permitirá el almacenamiento, comercialización, transporte y de aletas de tiburón provenientes de la pesca incidental realizada por embarcaciones registradas en la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, y en las Capitanías de Puerto, y que sean desembarcadas en los puertos pesqueros de la costa continental (6 de Febrero del 2008).

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 5.1. Área de Estudio.

Los muestreos se realizaron en la playa de Tarqui de la ciudad de Manta, ubicada a  $0^{\circ} 57' 0.08''\text{S}$  y  $80^{\circ} 42' 58.32'' \text{W}$ . (Figura 8).



Descripción del área de Estudio. Tomado (earth.google.es)

**Figura 8.-**Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Su ubicación es estratégica para el ingreso de todo tipo de embarcaciones, ya que se encuentra en el centro del litoral ecuatoriano.



### **Condiciones Oceanográficas de la Zona Ecuatorial.**

El clima es tropical, cálido, seco, fresco; el cambio climático está supeditado a la presencia de la corriente fría de Humboldt y el fenómeno de El Niño. Tal como es el caso en la costa ecuatoriana, aquí hay dos estaciones: la lluviosa (de enero a abril) y seca (de mayo a diciembre) (Perrone *et al.*, 2009).

La temperatura promedio de 28° C, la que es variable tanto en el verano como en el invierno; en la época de invierno sube más de 30° C, mientras que en el verano en determinadas épocas provoca olas de frío donde la temperatura baja a 20° C y 22° C por las noches o madrugadas. Su altitud es de cinco metros sobre el nivel del mar (<http://www.manta360.com/verguia.php?id=112&qid=48>).

Frente ecuatorial.,-Una de las características más importantes del océano entre las islas Galápagos y el Ecuador continental es el frente ecuatorial que se localiza normalmente entre los 0° y 3° S, separando las aguas más frías y ricas en nutrientes (corriente de Humboldt) de las aguas cálidas superficiales y generalmente pobres en nutrimentos (corriente del norte).

A pesar de que las condiciones oceanográficas estacionales del frente, se mantienen cada año, sin embargo, se han observado algunas diferencias, no sólo en lo que se refiere a la intensidad y permanencia del frente, sino también a fluctuaciones en pequeña y gran escala, ligadas a determinadas propiedades inherentes al ecosistema marino.

Su posición y orientación en aguas oceánicas y costeras, la intensidad de los gradientes termohalinos a través de los años y en las diferentes épocas de un mismo año, son las características más notables que identifican la magnitud de su cambio y su repercusión en la vida acuática (Pak & Zaneveld, 1974; Jiménez, 1983)

La circulación en el mar Ecuatoriano está directamente influenciada por el sistema de corrientes ecuatoriales. El Pacífico ecuatorial tropical está conformado por una banda zonal de alrededor de 4° N a 5° S centrado en la latitud ecuatorial, en esta zona se encuentra influencia por las corrientes superficiales, contracorrientes, Subcorriente Ecuatorial que determinan las características de distintos tipos de masas de agua y condiciones oceanográficas que originan una alta fertilidad marina asociada al afloramiento ecuatorial y al Frente Ecuatorial. Asimismo tiene una rama norte de la corriente de Humboldt.

Además del sistema de corrientes costeras, la cual se presenta como una prolongación de las aguas provenientes de Panamá y la de Humboldt, unas de sus ramas se dirigen hacia el Norte, y el mayor flujo hacia el oeste, para luego formar parte del sistema de corrientes ecuatoriales del Sur.

Otra características de las aguas oceánicas es la presencia de afloramientos o surgencias, en donde las aguas superficiales se enriquecen de los nutrientes que suben de aguas profundas, debido al intercambio que se produce por efecto de los vientos del Noreste, que alejan las aguas costeras y permiten la subida de las profundas (Jiménez, 2009 y Jiménez & Béarez, 2004).

### **5.3. Fase de Campo.**

En el Ecuador existe una flota industrial palangrera de aproximadamente 212 embarcaciones con casco de madera.

Cada embarcación remolca de 7 a 10 lanchas de fibra de vidrio, las cuales son las que realizan las faenas de pesca utilizando el arte de pesca palangre de superficie. Ese arte es fundamentalmente en una línea madre (mantenida en la superficie por boyas), de la cual cuelgan los anzuelos (entre 600 y 700) unidos a sedales.

Los individuos muestreados forman parte de la captura incidental de la pesca industrial dirigida a pelágicos grandes.

Los tiburones son capturados tanto con espinel como con red de cerco, los pescadores artesanales dividen su esfuerzo en dos épocas del año, de noviembre a marzo que es la temporada donde menos incidencia existe en la captura de tiburón por que el tamaño de anzuelo empleado es pequeño (J2, J3, J4, J5) debido a que la pesca objetivo es el dorado; los tiburones desembarcados en este periodo provienen de las fibras que salen a pescar con red de enmalle de deriva a pocas millas de la costa; de abril a octubre la flota dirige su esfuerzo la especies de picudos y atunes, en esta temporada es cuando se incrementa la captura del tiburón ya que el tamaño del anzuelo es mayor (C36, C38).

El periodo de colecta de vertebras fue de Diciembre 2011 a Noviembre del 2012, de lunes a sábados de 6:30 a 12:00.

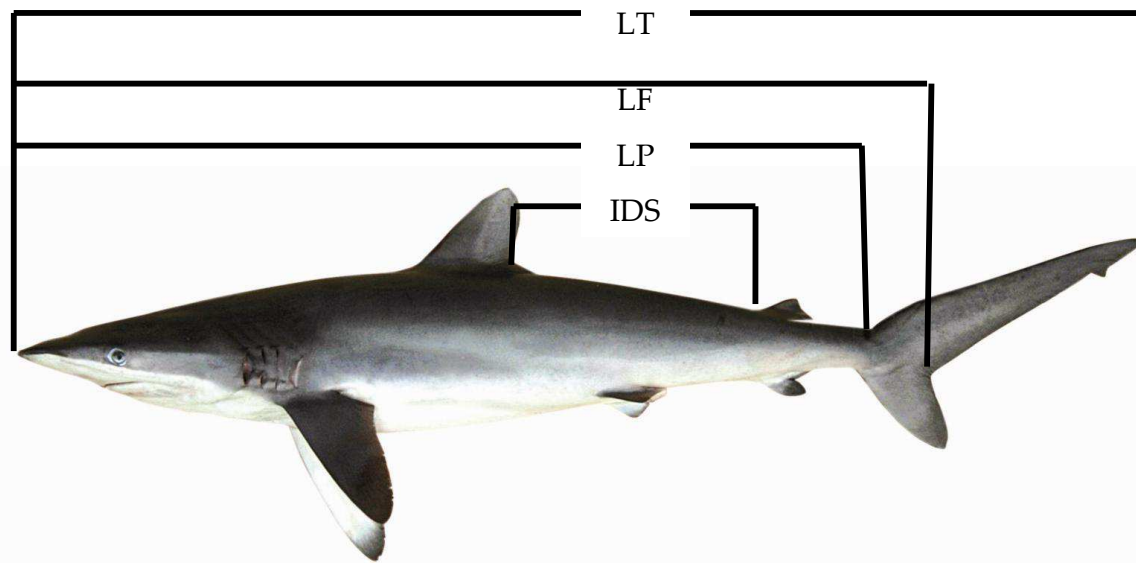
El muestreo biológico consistió en medir un número variable de ejemplares de diferentes tallas, con el fin de obtener muestras de longitudes mínimas y máximas de la especie mensualmente.

La información biológica analizada proviene de muestreos llevados a cabo con apoyos de los proyectos de investigación de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP).

El formato empleado para el registro de la información fue proporcionado por el Proyecto Tiburón de La Fundación Escuela de Pesca del Pacífico Oriental (EPESPO).

Para realizar el presente trabajo se consideraron los siguientes datos y parámetros:

La especie objeto de estudio fue identificada con las claves de la Guía FAO Para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca (Fischer *et al.*, 1995), los datos registrados fueron: longitud total (**LT**) que va desde la punta del morro hasta la punta del lóbulo superior de la aleta caudal, la longitud furcal (**LF**) que va de la punta del morro a la furcal caudal, la longitud precaudal (**LP**) que va desde la punta del morro hasta la foseta caudal, longitud interdorsal (**IDS**) que va desde el origen del extremo libre de la primera aleta dorsal hasta el origen de la segunda aleta caudal.



Tomada de la guía de campo para la identificación de las principales especies de tiburones.

**Figura 9.** Tipos de medidas aplicadas en el muestreo

#### **5.4. Características de Madurez Sexual.**

Para el caso de los machos se midió la longitud del gonopterigio o cláspes, que va desde el lugar de rotación hasta la punta del rifiodón. (Alvares del Villar 1978). La presencia o ausencia de las siguientes características: rotación, calcificación y apertura del rifiodón, así como la presencia o ausencia de semen.

En las hembras se tomó las siguientes características biológicas, la abertura vaginal, la presencia o ausencia de marcas de apareamiento y en el caso de estar grávidas se midieron y sexaron los embriones, quedando clasificadas como juveniles y adultas (Clark & Von Schmidt 1965, Pratt 1979, Carrera-Fernández 2004).

Estas características, permitieron identificar la madurez sexual tanto en machos como hembras, todas las medidas fueron tomadas en centímetros (cm).

### 5.5. Obtención de la Muestra.

Se utilizó el método directo de lectura de marcas de crecimientos en vértebras para la determinación de la edad y el crecimiento, Cuando fue posible, de cada organismo se extrajeron de 4 a 10 vértebras (cervicales o postcefálicas) (Figura 10) de la región de la columna vertebral a la altura de las aberturas branquiales, una vez que había sido eviscerado.

Estas vértebras se obtuvieron por ser las más accesibles y recomendadas por el Dr. Greg Cailliet (Cailliet *et al.*, 1983) y para no afectar la comercialización del producto de los pescadores (Anislado-Tolentino *et al.*, 2008).

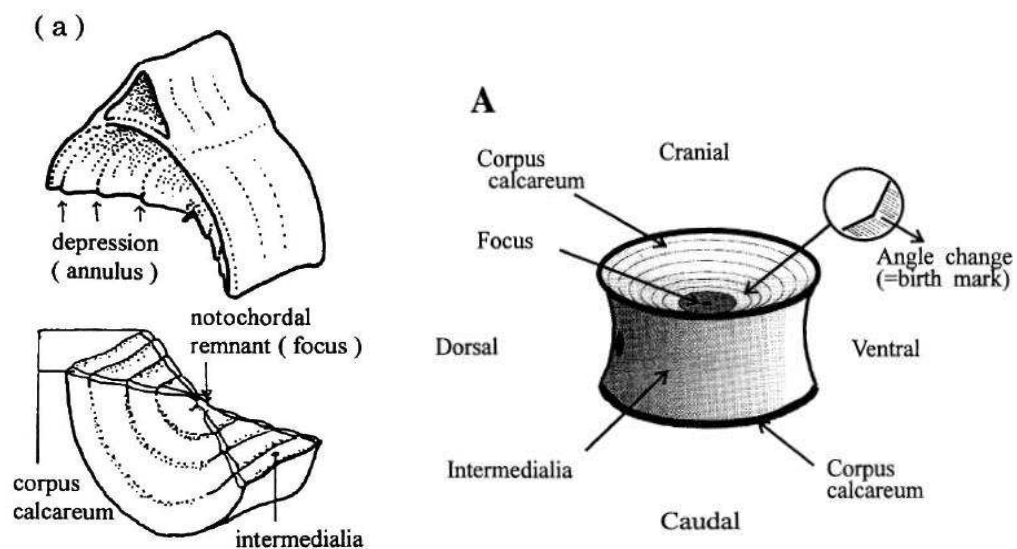
Cada sección de vertebra se mantuvo refrigerada en una funda plástica con su respectiva etiqueta, la misma incluyó el nombre de la especie, longitud total (LT) fecha, sexo y número de organismo del día, hasta ser limpiadas (Cailliet y Goldman, 2004).



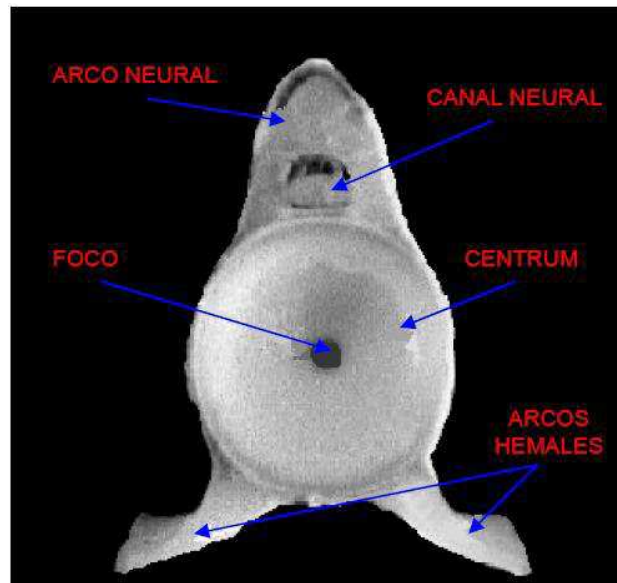
**Figura 10.** *Carcharhinus falciformis* (A) Región cervical de donde se obtuvieron las muestras vertebrales.

## 5.6. Actividades en el Laboratorio.

Una vez descongeladas las vértebras se procedió a sumergirlas en agua a 80°C durante un periodo de 2 a 20 minutos. Posteriormente con un bisturí y pinzas, se removió el arco neural, arcos hemales, las apófisis, fibrocartílagos intervertebrales y músculo circundante, e inmediatamente fueron sumergidas en hipoclorito de sodio (Cailliet y Goldman, 2004) (Figura 11) al 10% durante un tiempo proporcional al tamaño de la muestra. Después de la solución las muestras fueron lavadas con abundante agua durante varios minutos para eliminar totalmente la solución. Las muestras se dejaron al aire libre durante un periodo de 24 horas.



**Seki et al, 1998; Winter & Cliff, 1999;**



**Goldman, 2005**

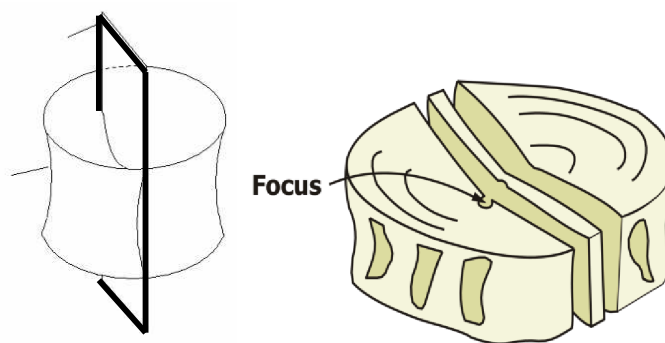
**Figura 11.-** Fotografías mostrando arcos neural y hemales, el canal neural, foco y centrum.

Una vez terminado el proceso de limpiar y secar las vértebras, se colocaron en moldes, donde se incluyeron en resina sintética industrial, previamente mezclada con catalizador, cobalto y estireno, dejándose secar por 2 horas. Una vez seca la resina, se sacaron del molde. Se utilizó epoxi, ya que es un material no inflamable y resistente a altas temperaturas, lo que permitió tostar las vértebras enteras y los cortes sagitales.

Recientes investigaciones indican que el corte de las vértebras es conveniente para varias especies (Cailliet y Goldman, 2004; Tovar-Ávila *et al.*, 2009b), las muestras fueron seccionadas sagitalmente utilizando una cortadora de baja velocidad modelo Isomet marca Buehler, con una cuchilla con borde de diamante, cuyo diámetro y espesor fueron 12.7 y 0.5 mm respectivamente, (Figura 12) cada corte fue con un



grosor entre 0.4 y 0.5 mm e incluyó el foco de la vértebra, de lo que resultó un corte en forma de “corbatín”



**Figura 12.** Esquema del plano del corte sagital utilizado en este trabajo (Modificado de Cailliet *et al.*, 1983).

### 5.6.1. Tinción.

Se aplicaron distintos tintes tales como; rojo de alizarina, verde malaquita, azul de metileno, cristal violeta, fuscina básica y aceite de inmersión. Cada tipo de tinte fue aplicado sobre un lado del corbatín de los cortes realizados (0.4 y 0.5 mm), mientras que el otro lado se mantuvo como punto de comparación, sin ningún tipo de tinción de cada una de las vértebras trabajadas. También se aplicaron los diferentes tintes a vértebras enteras, con el fin de ver si la visibilidad de los anillos era mejor en muestras completas o en los cortes realizados.

### **5.6.2. Fotografías.**

De cada corte se obtuvo una imagen digitalizada, utilizando un microscopio estereoscópico OLYMPUS modelo SZ61, acoplado a una cámara digital ILUMINUTY. Este equipo a su vez estuvo conectado a una computadora, se empleó tanto luz transmitida como luz reflejada con fondo negro con el objeto de observar mejor las marcas presentes tanto en el *corpus calcareum*, como en la *intermedialia*.

### **5.6.3. Medición de las vértebras.**

Para realizar las mediciones de las secciones de las vértebras a las imágenes digitalizadas en la computadora, con la ayuda del programa de computadora Sigma Scan Pro (versión 4.0). Con la imagen de la reglilla micrométrica se calibró el programa y se utilizó el milímetro como unidad de medida. De cada sección vertebral se obtuvieron las siguientes medidas: a) radio vertebral, considerado como una línea perpendicular desde el foco de la estructura hasta el borde más distal a través del *corpus calcareum*, utilizada para establecer la relación entre la Longitud total (**LT**) y el radio de la vértebra (**RV**). Estas fueron utilizadas para el Análisis del Incremento Marginal.

### **5.6.4. Lectura de marcas de crecimiento en las vértebras.**

Se definió un protocolo de lectura para el análisis visual de las bandas de crecimiento en las secciones de las vértebras. Para familiarizarse con el patrón de formación de las bandas de crecimiento, las imágenes de las secciones de las vértebras fueron examinadas de forma preliminar proyectándolas con la ayuda de un infocus.

Se identificaron las bandas opacas (calcificadas) y bandas hialinas (claras-menos calcificada) (Cailliet y Goldman, 2004; Goldman, 2005).

La edad asignada para cada vértebra se realizó contando el número total de las bandas hialinas. La asignación de la edad fue exacta, es decir, no se consideró una edad mayor aunque estuviera formada parte de la banda siguiente (Walter y Ebert, 1991).

Las marcas se considerarán bandas falsas de encontrarse sólo en el cuerpo calcáreo, sin importar cuán notorias fuesen, todo ello para las muestras que presentaron *intermedialia* (Casselman, 1983). Puesto que la formación de las bandas hialinas y opacas esta generalmente asociado a variaciones estacionales (verano-invierno) (Cailliet y Goldman, 2004). La marca de nacimiento (edad cero) se consideró como la primera banda que interceptó el *corpus calcareum* y en la cual se observó un cambio pronunciado de ángulo. En tiburones Walter & Ebert (1991) y en rayas (Abdel-Aziz 1992, Francis *et al.* 2001, Sulikowski *et al.* 2003), proponen que estos cambios serían producto de la diferencia entre un crecimiento embrionario rápido y un crecimiento más lento luego del nacimiento.

Una vez encontrado el método más adecuado para la visualización y lectura de las bandas de crecimiento la identificación y conteo de las marcas de crecimiento en las imágenes de las vértebras se efectuó por dos lectores de forma simultánea pero independiente y sin conocer el sexo y talla del ejemplar analizado.

Se asumió que cada par de bandas representa un ciclo anual de crecimiento, como se ha comprobado en las especies de elasmobranquios en las que la formación de bandas y/o la edad han sido validadas de manera indirecta o directa (Campana, 2001; Cailliet y Goldman, 2004; Goldman, 2005; Cailliet *et al.*, 2006) formando así un grupo de edad, criterio utilizado por otros autores al trabajar con el tiburón mico (Branstetter, 1987b; Bonfil *et al.*, 1993; Sánchez de Ita, 2004).

También se identificó el cambio de ángulo en el borde interno del *corpus calcareum*, considerando como la marca de nacimiento (MN) (Walter y Ebert, 1991). Durante los conteos de las marcas de crecimiento, también se registró el tipo del borde (oscuro o claro) de la vértebra para posteriormente realizar la validación.

## 6. ANÁLISIS DE DATOS.

### 6.1 Estructura de talla.

Para describir las estructuras de tallas se elaboraron histogramas de frecuencias para cada sexo (total y mensual), asimismo se graficó la frecuencia relativa (en porcentaje de organismo) agrupando los datos de longitud total en tablas de frecuencias con intervalos de 10 cm, que fue el intervalo que mostró de la mejor manera la distribución y amplitud de tallas calculado por medio de la regla de Sturges (Daniels, 1997).

$$K = 1 + (3,332 \log n)$$

$$W = R / K$$

$$\text{Intervalo de clases} = (T_{\max} - T_{\min}) / \text{número de clases.}$$

Donde:

**K:** Número de intervalos de clase.

**n:** Número total de organismos analizados,

**W:** La amplitud del intervalo.

**R:** Valor máximo menos el valor mínimo del total de datos.

**T<sub>max</sub>:** Talla máxima observada,

**T<sub>min</sub>:** Talla mínima observada.

## 6.2 Proporción sexual.

La Proporción Sexual se realizó bajo la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que existe una proporción de 1:1, se clasificaron los datos tanto de hembras como de machos, se dividió el número total de machos entre el número total de hembras.

Se aplicó la prueba estadística  $\chi^2$  o prueba de bondad de ajuste, con nivel de confianza del 95% (Carrera, 2004), Asimismo para determinar si existían diferencias significativas en la proporción sexual teórica de 1M: 1H, se utilizó el estadístico de prueba *Chi cuadrado* (Daniel, 2002).

El valor calculado de  $\chi^2$  fue comparado con un valor de tablas ( $\chi^2$ , gl = 1, 0.05), rechazando la hipótesis de 1:1, cuando el valor calculado fue superior al valor de tablas  $\chi^2_{0.05,1} = 3.86$  (Sokal y Rohlf, 2002).

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^k \frac{(p_i - p_{i0})^2}{p_{i0}}$$

Donde:

**P<sub>i</sub>** = frecuencias o proporciones observadas

**P<sub>i0</sub>** = esperadas

### **6.3 Talla media de madurez sexual.**

Para determinar la madurez sexual, en el caso de los machos se midió la longitud de los gonopterigios, se observó el grado de calcificación, rotación y apertura del rifiodón.

Los machos que presentaron gonopterigios sin calcificar se consideraron como inmaduros o juveniles; los que presentaron gonopterigios completamente calcificados que rotaban fácilmente y se abría el rifiodón fueron categorizados como maduros o adultos. En las hembras se consideró como índice de madurez la presencia de marcas de apareamiento y de embriones, quedando clasificadas como juveniles y adultas (Clark & Von Schmidt 1965, Pratt 1979, Carrera-Fernández 2004).

### **6.4 Relación Radio de la vértebra y la Longitud total.**

Para establecer la relación entre el radio de la vértebra (**RV**) y la longitud total (**LT**) de *C. falciformis*, los parámetros de la ecuación fueron estimados mediante una regresión lineal, este análisis se realizó para hembras y machos, con la finalidad de evitar un sesgo en las estimaciones posteriores de edad y crecimiento.

La relación se expresó de la siguiente manera:

$$\mathbf{LT = a + b * RV}$$

Donde:

**LT** = Longitud Total

**RV** = Radio de la Vértebra

**a** = Ordenada al Origen

**b** = Pendiente de la Recta

Los coeficientes de la regresión lineal se estimaron a través del método de los mínimos cuadrados y la relación entre las variables se evaluó con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

## 6.5 Verificación de la deposición de las bandas de crecimiento.

Con el fin de estimar la temporalidad de formación de las marcas de crecimiento en las vértebras y validar su periodicidad, se calculó el porcentaje mensual de bordes claros y oscuros, obteniendo así la distribución temporal de los tipos de borde. Esta proporción se graficó con el mes de captura para determinar si la formación de los anillos tuvo un patrón estacional. Se utilizó el análisis de la variación mensual del índice de incremento marginal (IIM), (Lai *et al.*, 1979), por ser un método indirecto que se aplica para validar o establecer la periodicidad (mensual o anual) de la formación de un par de bandas de crecimiento (hialina y opaca); (Cailliet y Goldman, 2004; Goldman, 2004 y Lessa *et al.*, 2006).

El IIM se expresa en la siguiente ecuación:

$$MIR = \frac{(R - R_n)}{(R_n - R_{n-1})}$$

Donde:

**IIM** = Índice de incremento marginal,

**R<sub>t</sub>** = Radio total,

**R<sub>n</sub>** = Radio del centro del foco a la última marca de crecimiento completa,

**R<sub>n-1</sub>** = Radio del centro del foco a la penúltima marca de crecimiento completa.



## 6.6 Crecimiento Individual.

Una vez identificados los grupos de edad a través de la lectura de las marcas de crecimiento en las vértebras. Con los datos de longitud total de los organismos y las estimaciones de edad se describió el crecimiento para hembras y machos de la especie mediante el modelo de von Bertalanffy.

El modelo se expresó de la siguiente manera:

$$L_t = L^\infty * [1 - \exp(-k * (t - t_0))]$$

Donde:

**L<sub>t</sub>** = longitud a la edad t,

**L<sup>∞</sup>** = longitud asintótica o máxima teórica

**k** = el coeficiente de crecimiento ó tasa instantánea de crecimiento

**t** = edad,

**t<sub>0</sub>** = parámetro de ajuste.

Los parámetros fueron obtenidos mediante el programa Curve Expert Professional (versión v.1.6.3, Daniel G. Hyams. 2012).

## 6.7 Estructura de Edades.

A partir de la estimación de edad presente en las vértebras tanto para hembras y machos se elaboraron histogramas de las distribuciones de frecuencias con el fin de observar y describir la estructura de edades.

## 7. RESULTADOS.

### 7.1 Composición específica de la captura de *Carcharhinus falciformis*.

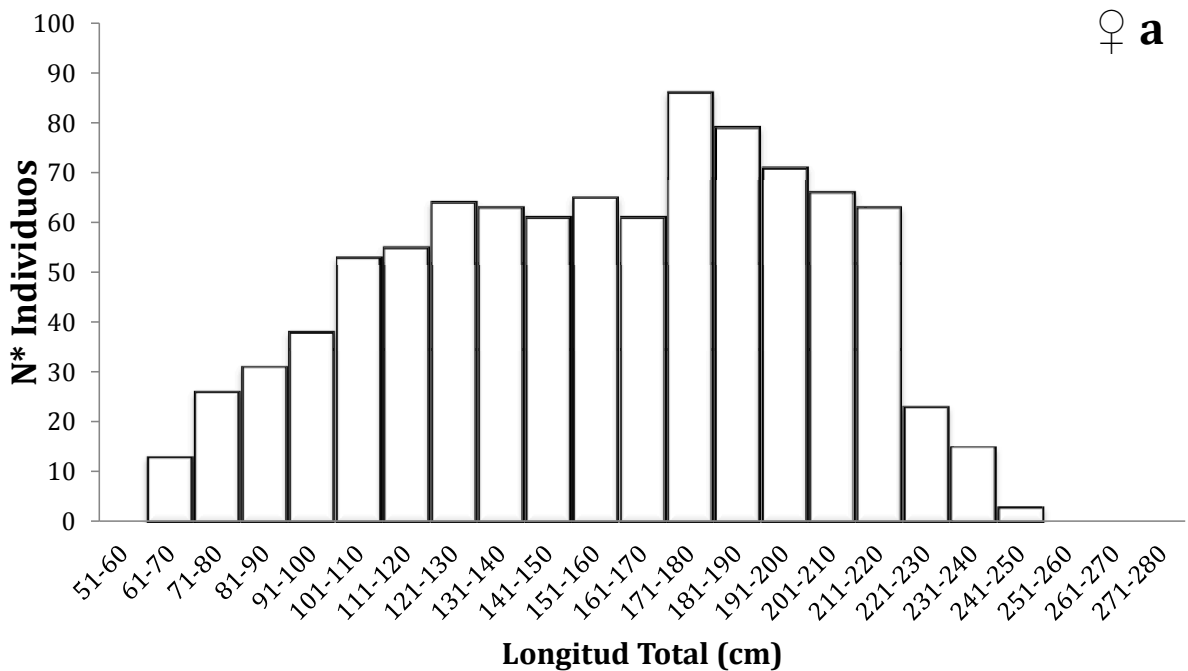
De Diciembre del 2011 a Noviembre 2012 se registraron 1985 organismos; 936 hembras y 1049 Machos. En algunas ocasiones no fue posible recolectar las vértebras de los organismos por la rapidez con la que evisceraban los pescadores o porque realizaban el corte del organismo muy cerca del condrocráneo. En la tabla 1 se indica el número de organismos capturados por mes, presentando sus tallas mínimas y máximas. Para las estimaciones de la edad, se recolectaron 499 muestras (vértebras) de las cuales 243 fueron de hembras y 256 de machos.

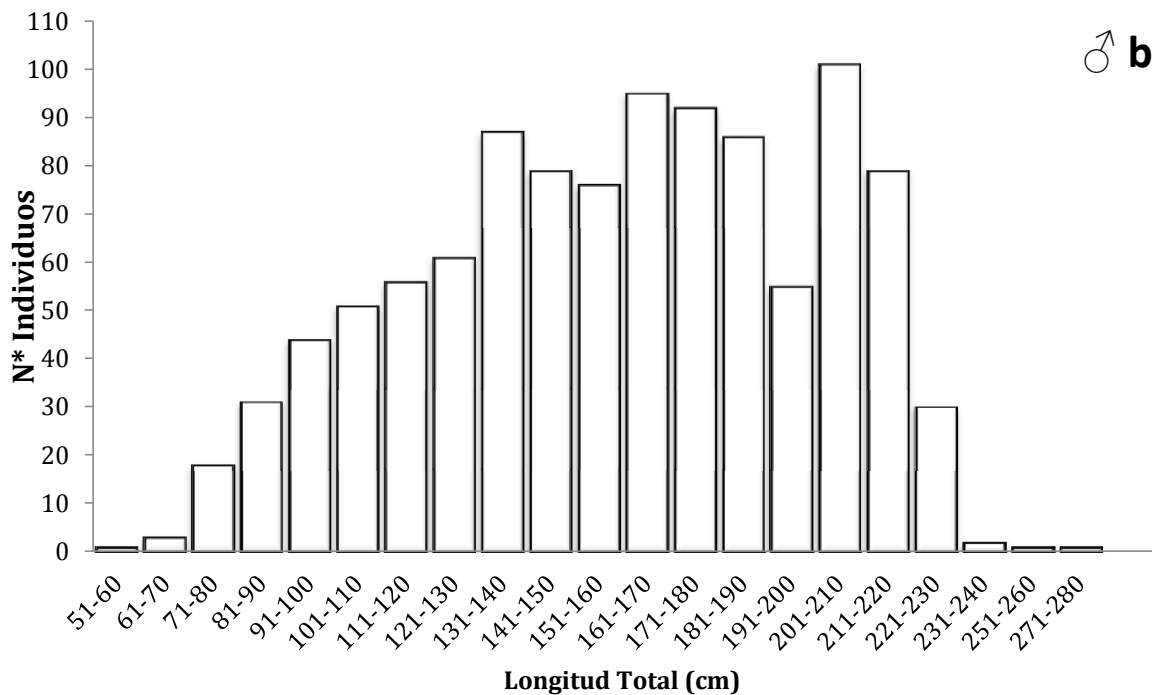
**Tabla 1.-** Número total de hembras y machos de *Carcharhinus falciformis* y número de vértebras colectadas (N\*) por mes, durante el periodo 2011-2012.

MESES	HEMBRAS	LONGITUD TOTAL (cm)			N*	MACHOS	LONGITUD TOTAL (cm)			N*
		MÍN	MAX	MEDIA			MÍN	MAX	MEDIA	
DIC 2011	99	69 - 237	153	7	114	56 - 227	141,5	11		
ENE 2012	51	70 - 234	152	5	61	75 - 233	153,8	6		
FEB 2012	89	67 - 245	156	28	106	70 - 234	152	36		
MAR 2012	127	74 - 249	161,5	34	130	74 - 226	150	27		
ABR 2012	55	68 - 220	144	28	68	69 - 221	145	31		
MAY 2012	92	65 - 236	150,5	42	69	65 - 221	140,5	26		
JUN 2012	111	76 - 236	156	25	114	73 - 221	147	29		
JUL 2012	101	61 - 220	140	29	110	73 - 273	172,5	37		
AGO 2012	63	124 - 216	170	15	94	127 - 227	177	22		
SEPT 2012	55	89 - 235,6	162	13	77	108 - 252	180	18		
OCT 2012	52	74 - 232	153	17	56	86 - 226	156	10		
NOV 2012	41	84 - 228	156		50	91 - 229	160	3		
<b>TOTAL (n)</b>	<b>936</b>			<b>243</b>	<b>1049</b>			<b>256</b>		

## 7.2 Estructura de Tallas.

La distribución de tallas registradas durante el periodo de muestreo, mostró una tendencia de machos con tallas superiores a las hembras. En las hembras las longitudes presentes tuvieron un intervalo de 61 a 249 cm LT, con moda en la clase 177 cm LT (Figura 13, A), los machos tuvieron longitudes entre 56 y 272 cm de LT, con una moda en la clase 209 cm LT (Figura 13, B). El organismo de menor tamaño para las hembras se registro en el mes de julio del 2012, y el macho más pequeño se reportó en diciembre del 2011; la mayor talla para machos fue en julio y para hembras en el mes de marzo del 2012.

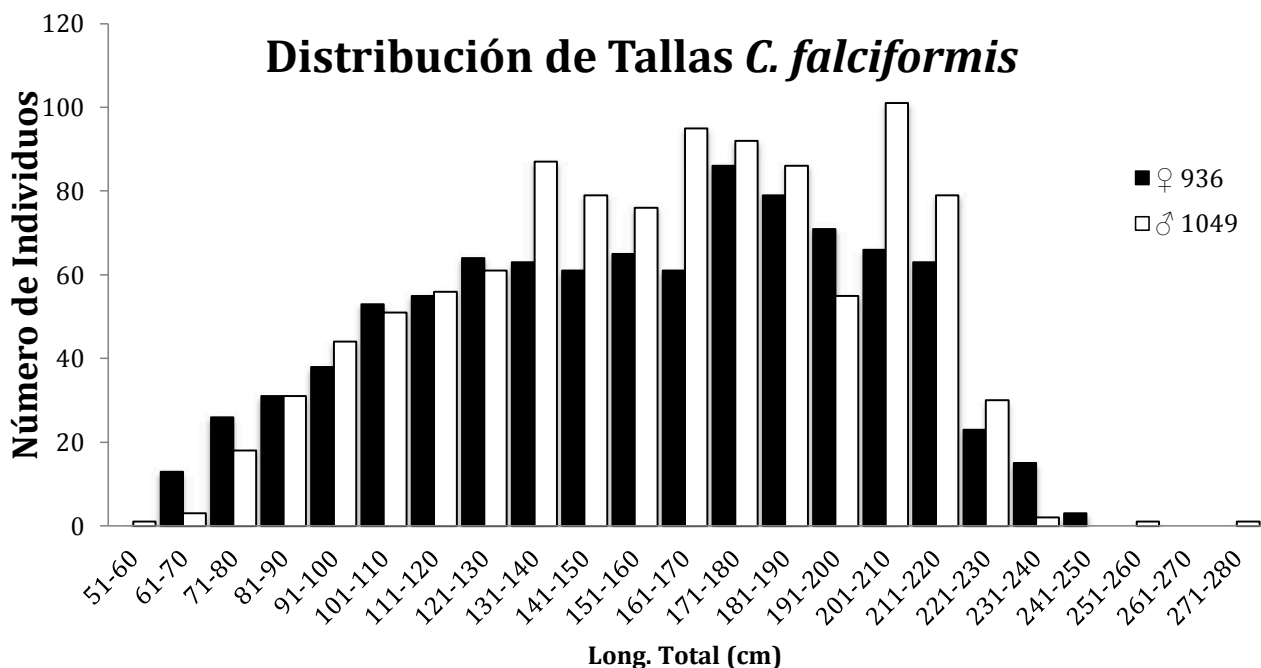




**Figura 13.-** Estructura de tallas *Carcharhinus falciformis*; a) Hembras; b) Machos.

Se observa que el total de los organismos registrados tiene un intervalo de longitudes de 56 a 272 cm LT. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre sexos ( $p > 0.05$ ), se combinaron los resultados y se muestran en la (Figura 14). Los organismos que presentaron longitudes entre 130 cm y 220 cm LT fueron los más abundantes (75%).

La contingente en machos como en hembras es unimodal, pues presenta amplias agrupaciones de tallas entre los 161 y 190 cm de LT, correspondiendo el mayor porcentaje para los machos, las longitudes predominantes correspondieron a organismos en que se encontraban dentro de las tallas de primera madurez.

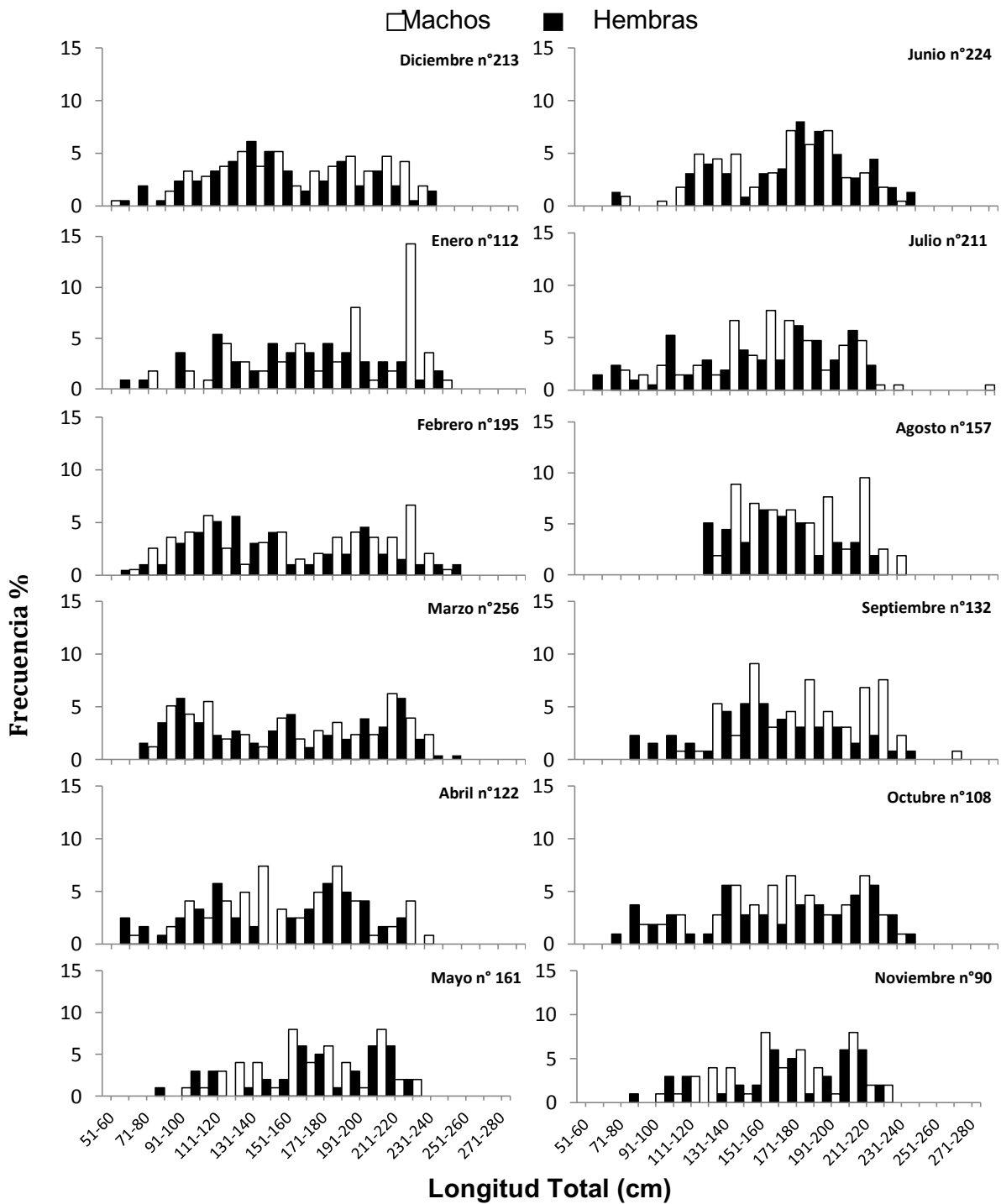


**Figura 14.-** Estructura de tallas de sexos combinados.

### 7.2.1 Distribución mensual de tallas.

Se registraron organismos durante todo el año, la estructura de tallas por mes mostraron ligeras variaciones entre temporadas, en donde se obtuvo la mayor variación en tallas fue durante los meses de febrero a julio registrándose 1169 organismos y de agosto a enero 812 organismos.

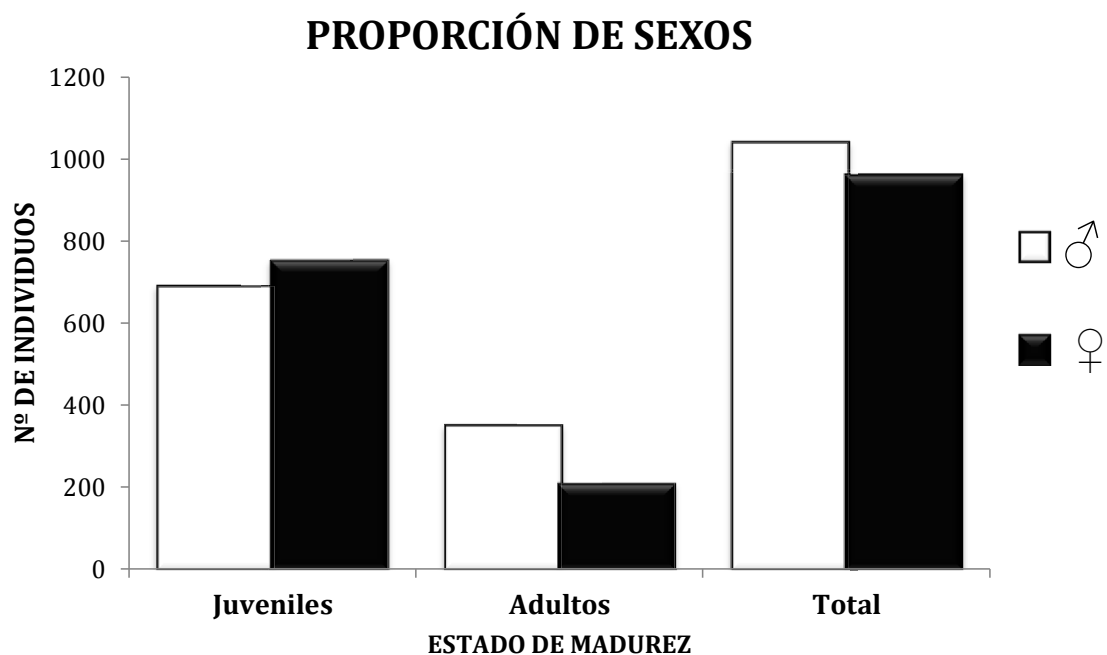
Durante el mes de febrero se presentó la mayor variedad en tallas, encontrando organismos desde los 67 cm hasta los 245 cm LT (Tabla 1, Figura 15). Las menores tallas se registraron de diciembre a julio (61 cm LT para hembras y 56 cm LT para machos) y las mayores tallas desde agosto a noviembre (249 cm LT para hembras y 272 cm LT para machos).



**Figura 15.-** Distribución mensual de frecuencias de longitudes del tiburón mico *Carcharhinus falciformis* desde diciembre del 2011 hasta noviembre del 2012.

### 7.3 Proporción sexual.

Para el período analizado; tanto en adultos como en juveniles los machos fueron más abundantes que las hembras, donde no se encontraron diferencias en la proporción sexual para el total, 1H: 1.08M ( $\chi^2 = 3.19, \text{g.l.1}, \chi > 0.05$ ). Los juveniles presentaron una proporción de 1H: 1.67M ( $\chi^2 = 2.75, \text{g.l.1}, \chi > 0.05$ ); mientras que en los adultos fue de 1H: 0.91M ( $\chi^2 = 36.58, \chi < 0.05$ ). (Figura 16).



**Figura 16.-** Proporción de sexo para adultos, juveniles y total de *Carcharhinus falciformis*.

#### 7.4 Madurez sexual.

Mediante ajuste de datos de modelos, y a través del método de los mínimos cuadrados se determinó que la talla de primera madurez sexual para los machos de *Carcharhinus falciformis* es a los 185.5 cm LT y para las hembras en 205.5 cm LT (Figuras 17 y 18).

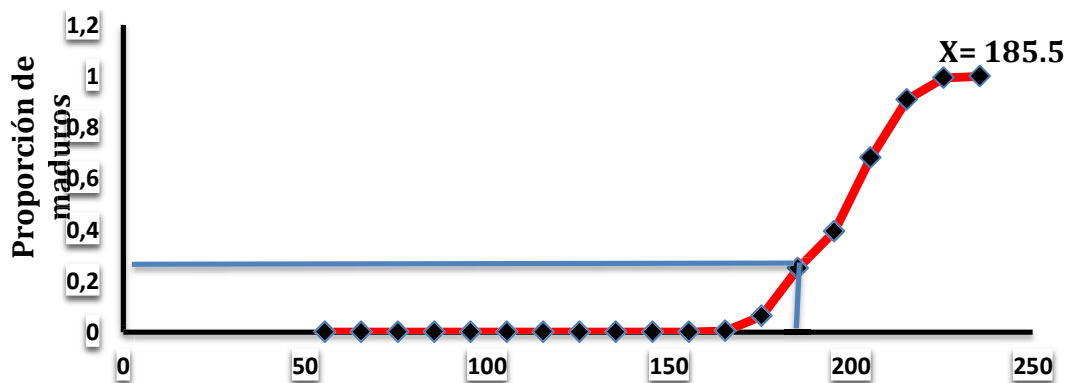


Figura 17.-Talla de primera madurez en machos *C. falciformis* LT (cm)

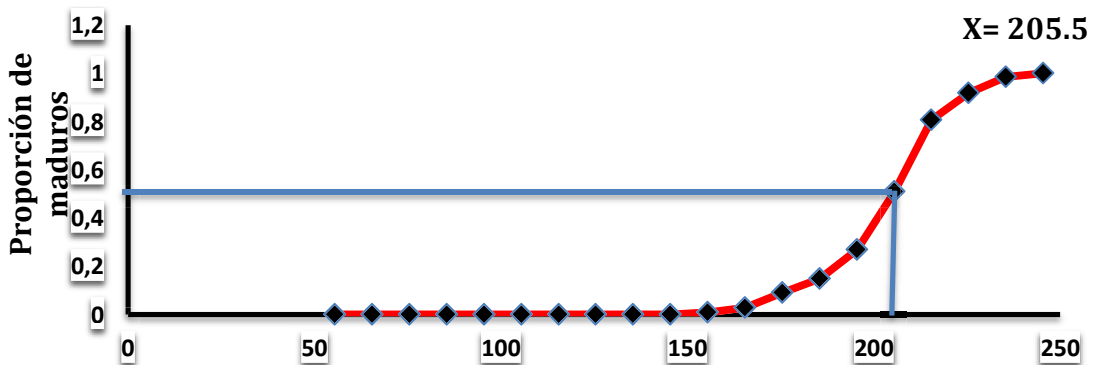
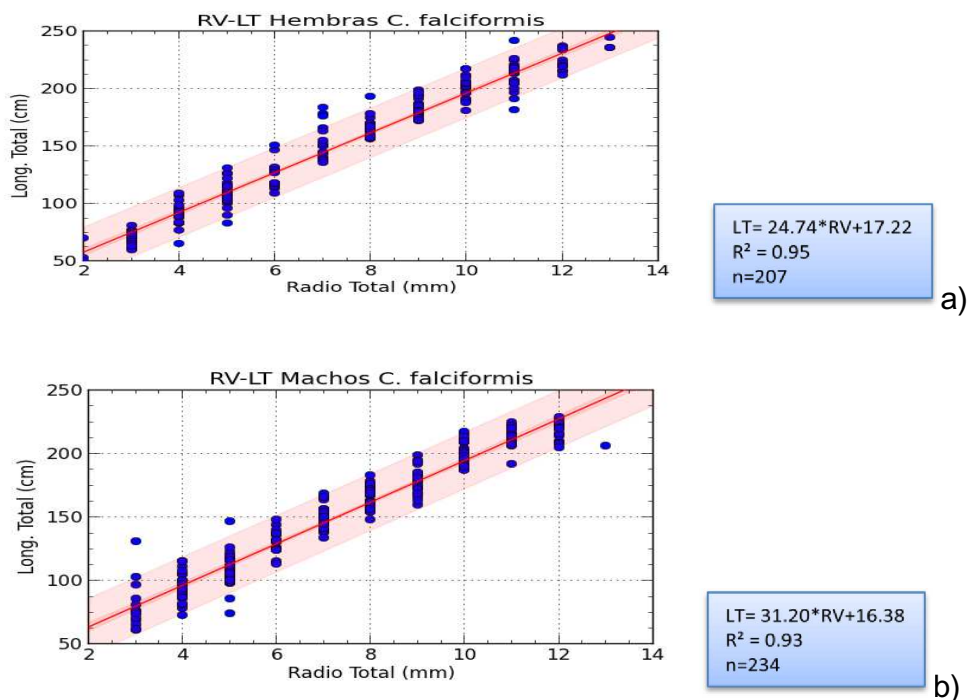


Figura 18.- Talla de primera madurez en hembras *C. falciformis* LT (cm)



## 7.5 Relación entre el radio de la vértebra y la longitud total del organismo

Se encontró que la relación entre la longitud total (LT) y radio de la vértebra (RV) de los organismos fue lineal tanto para hembras ( $R^2=0.95$ ) como para machos ( $R^2=0.93$ ). Asimismo, se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ) entre las pendientes y las elevaciones de cada relación, el resultado anterior demostró que la vértebra es una estructura confiable para describir el crecimiento del tiburón mico (Figura 19). La relación lineal entre el RV, LT y LP han sido reportadas anteriormente (Branstetter, 1987; Bonfil *et al.*, 1993; Oshitani *et al.*, 2003; Sánchez-de Ita, 2004; Joung *et al.*, 2008).



**Figura 19.-** Relación entre la Longitud Total (cm) y el radio total de la vértebra (mm) para hembras (a) y machos (b) del mico *Carcharhinus falciformis*.

## 7.6 Periodicidad de las marcas de crecimiento.

### 7.6.1 Índice de incremento marginal.

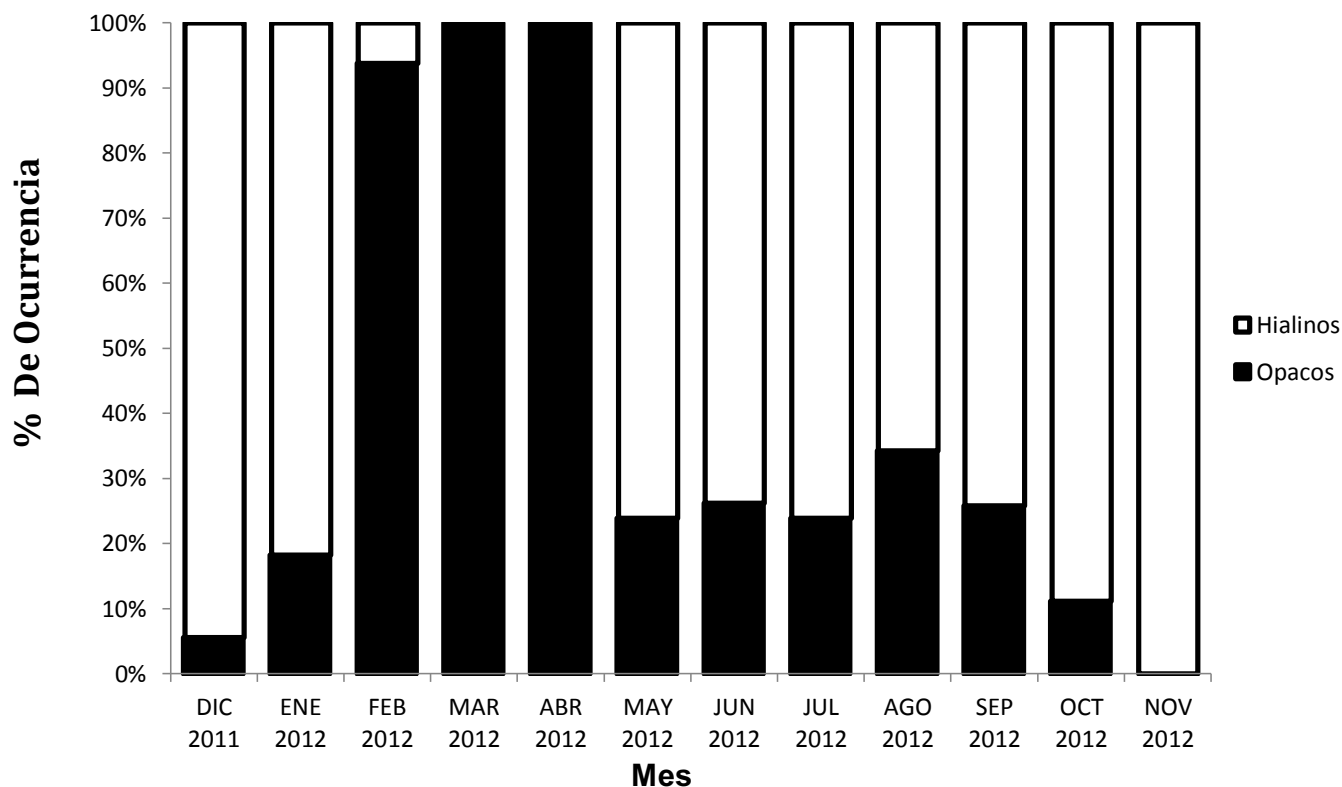
El índice de incremento marginal (IIM), se analizó en 499 tiburones mico. En todos los meses se contó con muestras (Tabla 2), con el porcentaje mensual de bordes claros y oscuros se obtuvo la distribución temporal de los tipos de borde de las vértebras, obteniendo el 38.56 con borde opaco y 61.44 bordes claros.

Se observó que de febrero a abril predominaban los bordes oscuros con un máximo en marzo-abril, indicando que el inicio de la formación de la banda opaca comienza a formarse, mientras que de mayo a enero los bordes claros fueron mas frecuentes, observándose el máximo en octubre, cuando una banda completa se ha formado. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre sexos ( $p>0.05$ ). De esta forma, la (Figura 19), sugiere que el ciclo de deposito de los anillos de crecimiento es anual, y que estos completarían su formación entre febrero y abril, momento a partir del cual el nuevo material comienza a formarse.

**Tabla 2.-** Frecuencia absoluta de vértebras con bordes claros y oscuros durante el año.

#### Mes

	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	TOTAL
<b>Borde Opaco</b>	1	2	60	61	59	17	14	14	11	10	3	0	<b>252</b>
<b>Borde Hialino</b>	17	9	4	0	0	51	40	52	26	21	24	3	<b>247</b>
<b>Total</b>	18	11	64	61	59	68	54	66	37	31	27	3	<b>499</b>



**Figura 20.-** Distribución temporal de los tipos de borde de las vértebras del tiburón mico, (n=499) desde diciembre 2011 hasta noviembre del 2012.

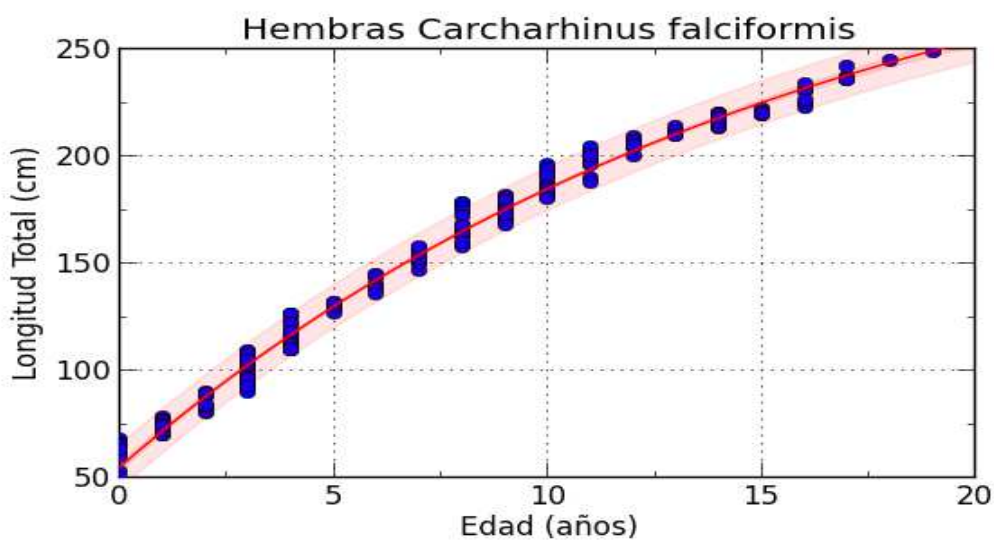
### 7.7 Crecimiento individual en longitud.

Los datos de edad y LT fueron utilizados para construir la curva del crecimiento a través del modelo Von Bertalanffy, para datos observados. Los parámetros de crecimiento resultantes fueron  $L_{\infty} = 335$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.91$  para las hembras (Tabla 3, Figura 19)  $L_{\infty} = 326$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.85$  para machos (Tabla 3, Figura 20),  $L_{\infty} = 335$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.95$  para sexos combinados (Tabla 3, Figura 21).

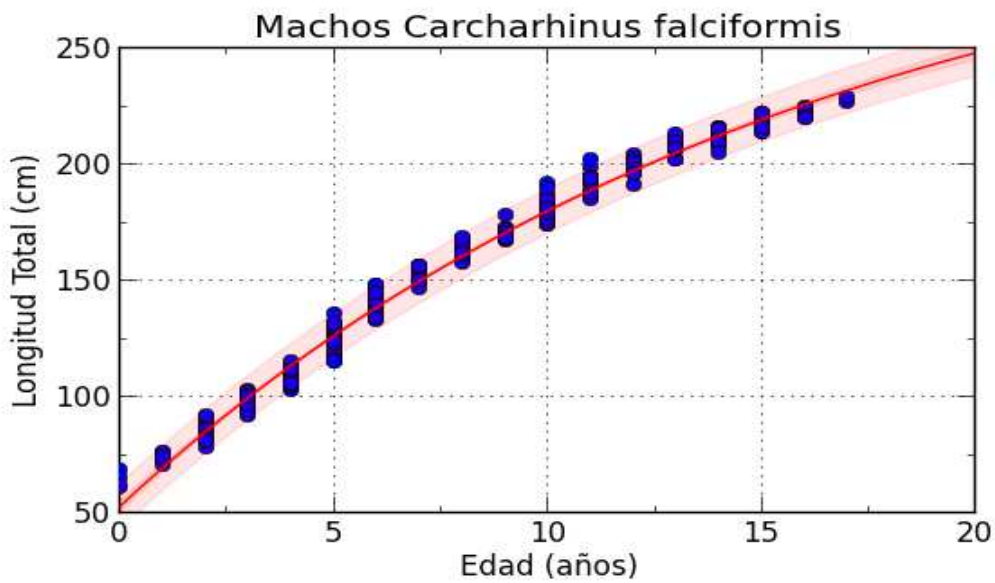
**Tabla 3.-** Parámetros de crecimiento del modelo de Von Bertalanffy estimados para hembras, machos y sexos combinados *Carcharhinus falciformis*.

a) Datos observados

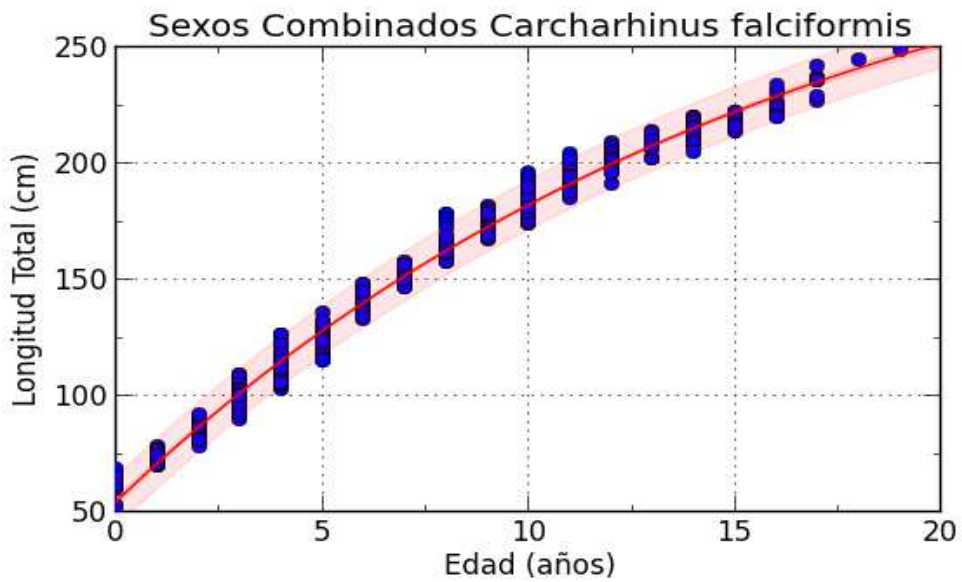
	<b>N</b>	<b>L<sup>∞</sup></b>	<b>t<sub>0</sub></b>	<b>K</b>	<b>r</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>Ø'</b>
<b>Machos</b>	256	326	-2.85	0.06	0.994229	0.988491	3.804586
<b>Hembras</b>	243	335	-2.91	0.06	0.995224	0.990471	3.828241
<b>Total</b>	499	335	-2.95	0.06	0.993784	0.987607	3.828241
<b>SRC</b>	621467.2						



**Figura 21.-** Curva de crecimiento del modelo von Bertalanffy en hembras de *Carcharhinus falciformis*.



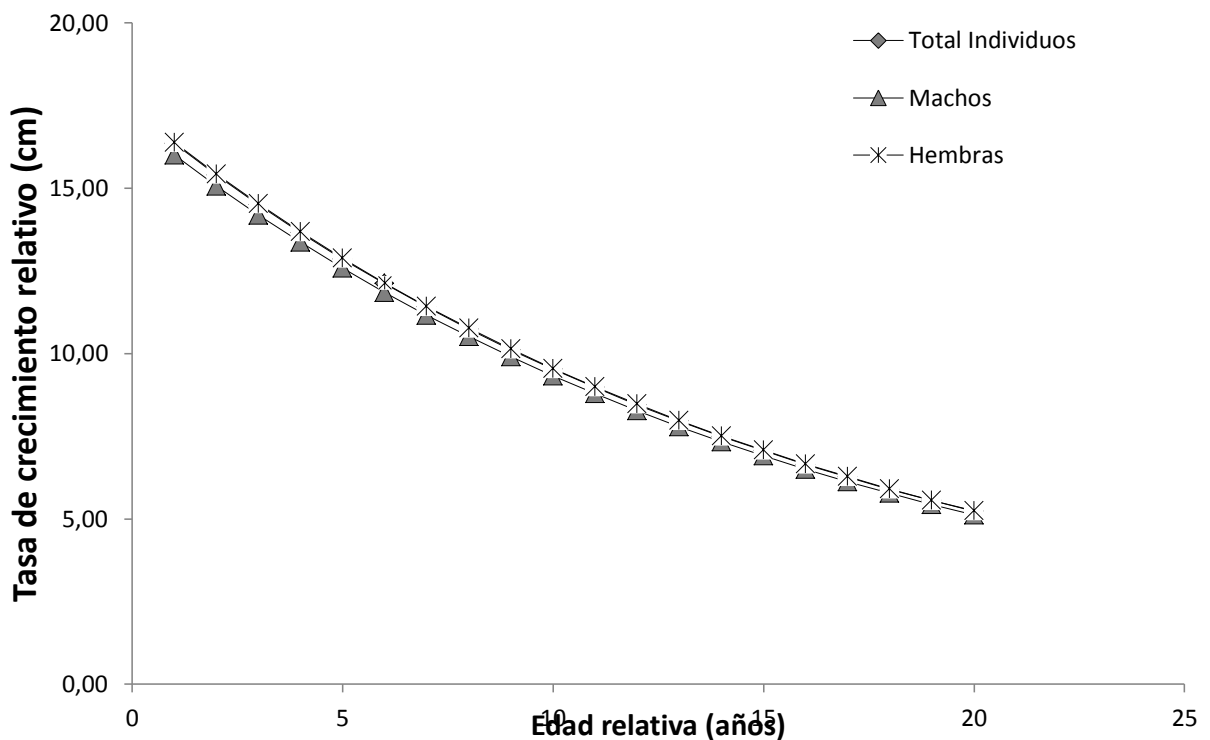
**Figura 22.-** Curva de crecimiento del modelo von Bertalanffy en machos de *Carcharhinus falciformis*.



**Figura 23.-** Curva de crecimiento del modelo von Bertalanffy en sexos combinados de *Carcharhinus falciformis*.

## 7.8 Tasa de crecimiento relativo en longitud.

A partir de la LT estimada por sexo se calculó el crecimiento relativo individual del Mico o tollo (Tabla 4). lo cual muestra que crece alrededor de 16 cm el primer año de vida, 14 cm/año entre los 2 y 5 años, 10 cm/año durante los 6 y 10 años de edad, 8 cm/año en los próximos 5 años, y finalmente 6 cm/año o menos después de los 16 años de edad. La tasa relativa de crecimiento en longitud fue similar para machos y hembras (Figura 22).



**Figura 24.-** Tasa de crecimiento relativo en longitud (cm) del mico o tollo *Carcharhinus falciformis*.

**Tabla 4.-** Valores de longitud total y crecimiento anual estimados para *Carcharhinus falciformis*.

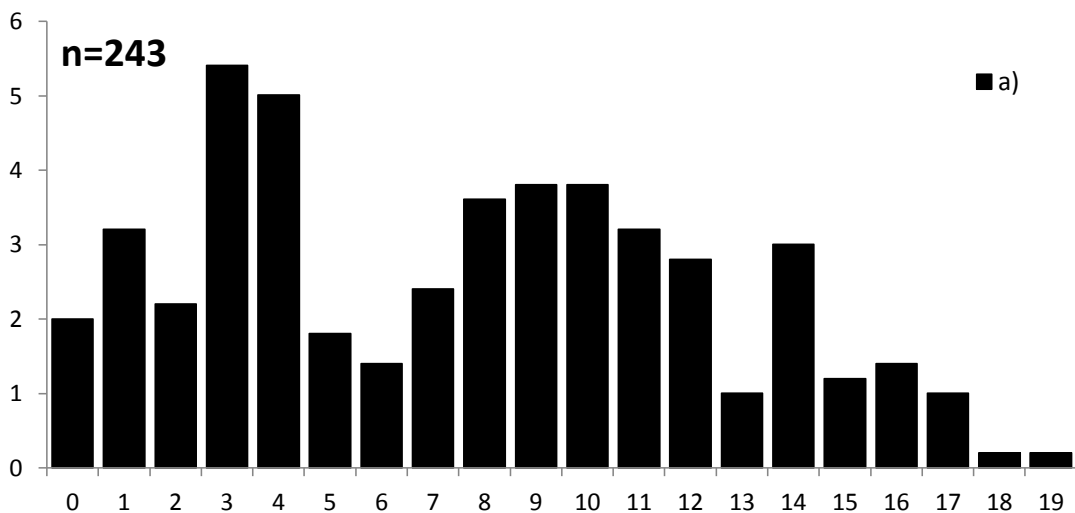
Edades (años)	Lt (cm)		Lt (cm)	
	estimada Machos	Machos	estimada Hembras	Hembras
0	51,24		53,67	
1	67,24	16,00	70,05	16,38
2	82,31	15,07	85,48	15,43
3	96,50	14,19	100,01	14,53
4	109,87	13,36	113,70	13,68
5	122,45	12,59	126,59	12,89
6	134,31	11,85	138,72	12,14
7	145,47	11,16	150,15	11,43
8	155,98	10,51	160,92	10,76
9	165,88	9,90	171,06	10,14
10	175,21	9,32	180,60	9,55
11	183,99	8,78	189,59	8,99
12	192,26	8,27	198,06	8,47
13	200,05	7,79	206,04	7,97
14	207,38	7,33	213,55	7,51
15	214,29	6,91	220,62	7,07
16	220,80	6,51	227,28	6,66
17	226,92	6,13	233,55	6,27
18	232,69	5,77	239,46	5,91
19	238,13	5,43	245,03	5,56

## 7.9 Estructura de edades.

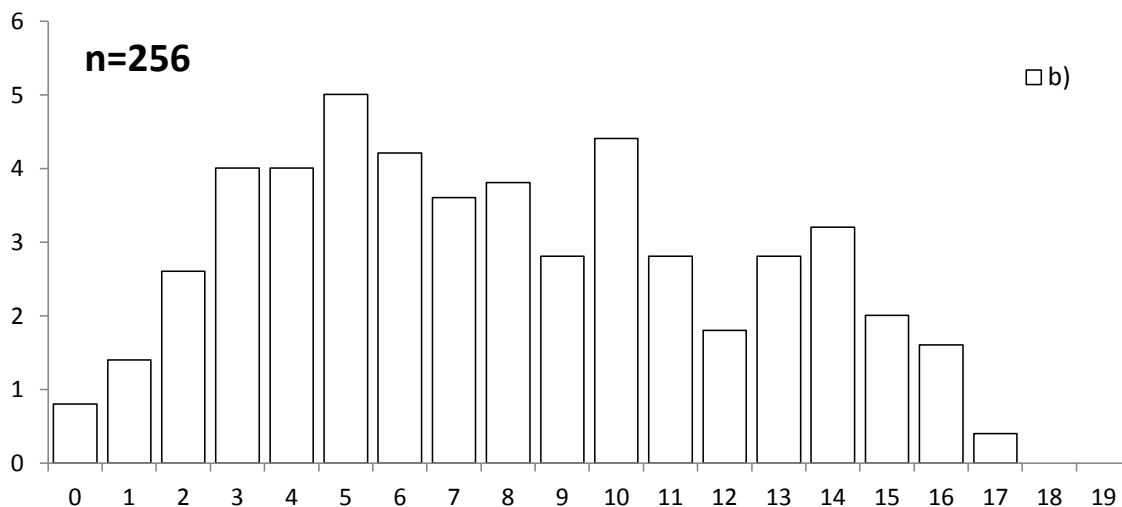
### 7.9.1 Estructura de edades por año

En general, se encontraron 19 grupos de edad, desde la edad 0 hasta la 19. Se realizó la lectura en 499 vértebras, de las cuales 256 pertenecieron a machos y 243 a hembras (Tabla 3).

La estructura de edades de las hembras estuvo compuesta por edades de 0 a 19. Los organismos con poca abundancia fueron los organismos más jóvenes con edades entre 0 y 2 años (15.22%) y los organismos de edades avanzadas de 13 a 19 años (16%). En contraste, los grupos de edad más abundantes fueron organismos que tenían entre 3 y 4 años (25.10%) de 8 a 12 representando el 35.4% del total. (Figura 23 A).





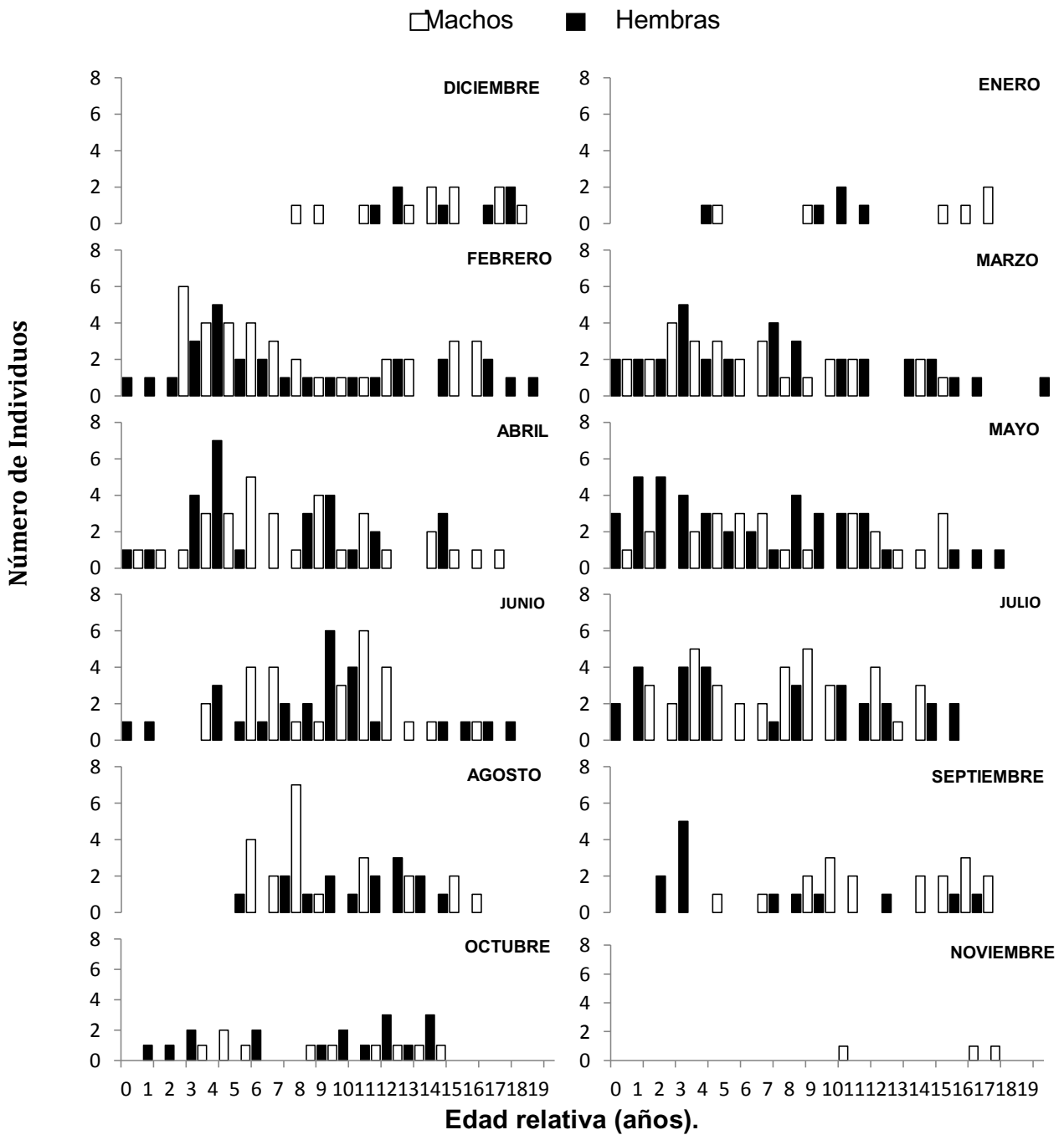


**Figura 25.-** Frecuencia relativa de edades del tiburón mico o tollo, *Carcharhinus falciformis*, para hembras (a) y machos (b).

La estructura de edades de los machos mostró un intervalo de edades más pequeña, compuesta por edades de 0 a 17. Para los machos las edades más abundantes fueron organismos con edades entre 2 a 14 (84.34%), con excepción de la edad 12 y finalmente, los organismos con juveniles 0 a 1 (4.3%) y edades avanzadas de 15 a 17 estuvieron poco representados con un 7.8% de frecuencia (Figura 23, B).

### 7.9.2 Estructura de edades por mes.

El análisis de la distribución de edades por mes, mostró que los meses de febrero a julio (74.5%), presentaron un mayor número de organismos, siendo el mes de mayo en donde se observó una mayor variación en edades (0 a 17 años). Los organismos de 3 a 12 años se presentaron durante todos los meses, Los organismos más jóvenes, con 0 años, fueron capturados en los meses de febrero a julio, mientras que los organismos de mayor edad (18 y 19 años) fueron capturado en los meses de febrero y marzo (Figura 24).



**Figura 26.-** Estructura de edades por mes de hembras y machos del mico o tollo *Carcharhinus falciformis* capturados durante diciembre 2011 hasta noviembre 2012.

## **8 DISCUSIÓN.**

El Puerto de Manta en Ecuador es considerado como el principal lugar de desembarque de pesca en el país a lo largo de la costa continental ecuatoriana.

Los resultados obtenidos, muestran que el tiburón mico o tollo se encuentra presente a lo largo del año, ocupando el tercer lugar en importancia dentro de los desembarques.

Durante el período de investigación el número de especímenes fue de (1985). Cubriendo todas las clases de talla y de manera similar entre machos y hembras desde recién nacidos hasta adultos de gran tamaño.

### **8.1 Estructura de tallas.**

En este estudio las tallas variaron en un rango de 61 a 272 cm LT, los organismos que presentaron longitudes entre 130 cm y 220 cm LT fueron los más abundantes (75%). En las costas ecuatorianas (Martínez-Ortiz *et al.* 2007 & 2011) de 60-309 cm LT. En el Golfo de Tehuantepec, Ronquillo-Benítez (1999) de 50-340 cm, Castillo-Géniz (2002) de 60-310cm, Alejo-Plata *et al.* (2006) de 52 a 320 cm, Soriano-Velásquez *et al.* (2006) de 50-340 cm, Galván-Tirado (2007) de 69-229 cm de LT. En cuanto California, Cadena-Cárdenas (2001) 125-279 cm, Hoyos-Padilla (2003) de 88.316 cm, Sánchez-de Ita (2004) de 88 a 260 cm de LT, Carrera-Fernández (2011) de 88-260 cm LT. En las costas brasileñas, Santander-Neto (2011) de 68.8-274.2 cm LT.

La frecuencia de tallas indicó que los desembarques estuvieron compuestos en su mayoría por organismos entre longitudes de 130 y 220 cm LT, concuerdan con Galvan-Tirado (2007) quien reporta tallas de 130 cm hasta 210 cm, Soriano-Velásquez *et al.* (2002a), en los grupos de talla desde 130 cm hasta los 210 cm y con Chong-Robles (2005), quien encuentra una mayor incidencia de organismos entre las tallas 145-165 cm LT; trabajos realizados al sur del Pacífico Mexicano.

Estos autores mencionan que la baja abundancia de organismos adultos muy probablemente se debe a que estos se encuentran principalmente en la zona oceánica, fuera de la zona de operación de la flota artesanal.

Bonfil (1997) menciona que la abundante presencia de inmaduros en las capturas de tiburón podría estar generando un desequilibrio poblacional, ya que el porcentaje de captura es alto como para poder garantizar la sostenibilidad de las especies en el tiempo.

De acuerdo con Andrade-González (2005), en la zona oceánica y costera del Pacífico oriental los tiburones aleta de cartón presentan unos traslapes muy bajos en la dieta de organismos tanto juveniles y adultos como entre sexos, lo que refleja hábitos alimenticios distintos. A su vez, Cabrera-Chávez-Costa (2003) sugiere que las hembras adultas se encuentran en el área oceánica separadas de los machos (juveniles y adultos), así como de las hembras juveniles quienes están más cercanas a la costa.

Los datos de movimiento de muchas especies de carcharhinidos sugiere que estos organismos cubren un amplio intervalo de desplazamiento (Mejuto *et al.*, 2005), lo que podría estar sucediendo con el tiburón mico, ya que aunque es un tiburón costero-oceánico, los juveniles y subadultos se acercan hacia la plataforma continental en ciertas temporadas, donde se presentan aguas más cálidas, (Applegate *et al.*, 1979; Castro, 1983; Compagno, 1984; Branstetter y McEachran, 1986; Branstetter, 1987; Fischer *et al.*, 1995 y Marín-Osorno, 2006), Soriano-Velásquez *et al.* (2006) mencionan que los machos y hembras adultos se separan de los organismos inmaduros debido a su comportamiento reproductivo. Por su parte, Compagno *et al.* (2005) señalan que los adultos se encuentran más comúnmente en aguas oceánicas, por lo que se podría suponer que los juveniles al permanecer más cercanos a la costa son capturados en mayor abundancia y, de acuerdo con Soriano-Velásquez *et al.* (2006) durante todo el año, su captura es limitada únicamente por las condiciones climáticas.

## **8.2 Proporción Sexual.**

La proporción sexual general del tiburón mico o tollo es del mismo número de hembras y machos, de acuerdo con Soriano-Velásquez *et al.* (2006) y Gálvan-Tirado (2007) en el Golfo de Tehuantepec.

Autores como Villatorio & Rivera (1994) reportan una relación de hembras y machos de 1:1 para aguas de El Salvador. La misma relación es encontrada también por Del Rosario (1998) para Guatemala y por Ronquillo (1999) para Chiapas, México.

Bonfil *et al.* (1993) sugieren que la proporción de sexos en el tiburón mico tal vez permanezca cercana a 1:1 en vida libre.

Para el Golfo de California Cadena-Cárdenas (2001) encuentra en su estudio una proporción sexual de 3.49:1 (hembras por macho) y Hoyos-Padilla (2003) reporta una relación de 1:0.6 (hembras por macho) para la especie.

En el Atlántico ecuatorial Hazin *et al.* (2007) también encuentra la misma proporción sexual de 1:1 para *Carcharhinus falciformis*.

Al igual que lo reportado por Alejo-Plata *et al.* (2006), Soriano-Velásquez *et al.* (2006), Gálvan-Tirado (2007) y Ortíz-Perez (2011) la proporción de sexos en organismos inmaduros como adultos en el Golfo de Tehuantepec es de 1:1, Álvarez-Jimenez (2007) obtuvo una proporción de sexos en juveniles de 1M: 1.3H, en adultos la proporción fue de 2.6M:1H.

En las costas Ecuatorianas Martínez-Ortiz *et al.* (2011) reporta una proporción de sexos para juveniles de 1:1.16 (macho por hembra) y para adultos de 1:0.67 (macho por hembra) Estos resultados son similares a los reportados en este estudio, juveniles presentaron una proporción de 1:0.91 (hembras por macho) y adultos 1:0.91. Al respecto Strasburg (1958), afirma que la proporción entre sexos se iguala en el período de apareamiento.

### **8.3 Madurez sexual.**

La determinación de las tallas de madurez y proporción de madurez son de gran importancia, ya que son aplicables tanto para ecología como para pesquerías, porque nos proporcionan la talla a la cual los organismos han completado su ciclo

reproductivo. Esto permite establecer tallas de captura permitiendo que la especie se recupere sin consecuencias en su densidad de población.

En este estudio la talla de primera madurez sexual, a la cual el 50% de la población alcanza la madurez sexual para machos 185.5 y hembras fue de 205.5 cm LT respectivamente. En cuanto a la talla de primera preñez, se han observado hembras grávidas entre 194 cm y 220 cm LT (promedio 212.8 cm LT) entre los meses de noviembre a julio.

Para el litoral del Océano Atlántico, Branstetter (1987) menciona que los machos maduros se encuentra en 210-220 cm LT y hembras 225 cm LT; Bonfil *et al.* (1993) para el Banco de Campeche (México) reportaron 225 cm LT machos y 232-245 cm LT hembras y Hazin *et al.* (2007) a los 230 cm LT hembras y machos con tallas de 210 a 230 cm LT para el Atlántico ecuatorial.

Para el Golfo de California Hoyos-Padilla (2003) reportó 180 cm LT tanto para machos como para hembras; Cadena-Cárdenas (2001) de 178 cm LT en machos y hembras; Chong-Robles *et al.* (2002) encuentra hembras madurez con tallas de 178 cm LT y 116 cm de LT para los machos, Oshitani *et al.* (2003) examinan organismos en todo el Océano Pacífico y reportan una talla de madurez en hembras de 186 cm LT. y para machos un rango de madurez de 200 a 206 cm LT. Para las costas del litoral del Pacífico de Guatemala se estimó una talla de primera madurez para machos y hembras de 178 cm y 176 cm, respectivamente (Ruiz *et al.* 1998). Para el Golfo de Tehuantepec Ronquillo-Benítez (1999) 180 cm LT para hembras y machos, Galván-Tirado (2007) reportó 180 cm LT (machos) y 190 cm LT (hembras). Alejo-

Plata *et al.* (2006) 172 cm LT machos y 168 cm LT hembras, Zhu *et al.* (2011) para el Océano Pacífico central y oriental, reportan como talla de primera madurez sexual en machos y hembras los 146 cm y 155 cm de longitud furcal (LF) respectivamente.

En cuanto a las diferencias en las tallas de madurez que se reportan para machos y hembras del Océano Pacífico y Atlántico; Ronquillo-Benítez (1999) menciona que los organismos pueden alcanza su madurez sexual a tallas menores cuando son sometidos a presiones de pesca intensa. Si el tiburón mico o tollo del Océano Pacífico Oriental se encuentra bajo una intensa presión por parte de las pesquerías esto podría provocar que los organismos maduren a una menor talla. Sin embargo, no se puede asegurar que este sea el único factor, ya que también es importante considerar factores característicos del hábitat, que también influyen de manera directa en la fisiología de los organismos.

En su estudio Hoening y Gruber (1990) comentan que los elasmobranquios estan influenciados por la temperatura del agua, ya que maduran a tallas menores los organismos que se encuentran en regiones cáidad que los que viven en regiones templadas. Por su parte, Lombardi (1998) menciona que el ambiente físico determina el comportamiento reproductivo de una población, por lo que es posible que las poblaciones separadas de una misma especie presenten características reproductivas diferente (Bonfil. 1987).

Por otra parte, Hoening y Gruber (1990) mencionan que las hembras retrasan su edad de madurez sexual, madurando a un mayor tamaño que los machos.



#### **8.4 Relación entre el radio de la vértebra y la longitud total del organismo.**

Para que una estructura pueda ser considerada como un buen indicador de la edad debe cumplir al menos tres condiciones: que no haya reabsorción, que los patrones de las bandas de crecimiento sean producto de diferencias en el crecimiento y por último que exista un crecimiento proporcional entre la estructura y la longitud corporal del organismo (Cailliet *et al.*, 1983; Ribot, 2003; Hare & Cowen 1995, Meekan *et al.* 1998, Sirios *et al.* 1998). Existe evidencia de que el esqueleto cartilaginoso de los elasmobranchios es un sistema cerrado con respecto a la incorporación de calcio, en el que una vez incorporado al tejido, el calcio no se pierde por reabsorción.

En este estudio se encontró que las vértebras crecen proporcionalmente a la longitud corporal de los organismos, ya que la relación obtenida entre estas variables fue rectilínea, considerando la proporcionalidad, así como el alto valor del coeficiente de determinación (0.93 para machos y 0.95 para hembras) como sugiere Campana (2001). Resultados similares fueron observados por Branstetter, 1987b; Bonfil *et al.*, 1993; Oshitani *et al.*, 2003; Sánchez-de Ita, 2004; Joung *et al.*, 2008, Mondragón-Sánchez, 2011, Santander-Neto, 2011, para el tiburón mico. Debido a que se ha comprobado que las estructuras cumplen con los requisitos necesarios, se puede considerar a las vértebras de tiburón mico como buenos indicadores de la edad. Al respecto Stevens (1975) afirma que el incremento de la talla del cuerpo en elasmobranchios es acompañado por el incremento del diámetro de la vértebra, debido a que ésta crece en forma radial para depositar nuevas bandas de crecimiento.

En la mayoría de los estudios sobre edad y crecimiento de tiburones se ha reportado que la relación entre el tamaño de las vértebras y la longitud corporal es rectilínea (Thorson y Lacy, 1982; Gruber y Stout, 1983; Cailliet et al., 1985; Brastetter, 1987b; Sminkey y Musick., 1995; Oshitani et al., 2003).

### **8.5 Determinación de la edad.**

Las vértebras, espinas dorsales y espinas caudales son las únicas estructuras a través de las cuales se puede estimar la edad en elasmobranquios (Cailliet & Goldman, 2004). Una de las estructuras calcificadas más comunes usadas en los estudios de determinación de edad de los peces cartilagosos son las vértebras, ya sean enteras o bien, cortes longitudinales o transversales (Rossouw 1984, Cailliet *et al.* 1986, Campana 2001, Goldman 2004, Sulikowski *et al.* 2005, Lessa *et al.* 2006, Licandeo *et al.* 2006, Davis *et al.* 2007).

Se ha comprobado, en algunas especies, que el número de marcas de crecimiento en vértebras y espinas coinciden (Campana *et al.*, 2006). En el presente estudio, se emplearon vértebras postcéfalicas para determinar la edad en el tiburón mico. Piercy *et al.* (2006), no encuentra diferencias significativas en los conteos de crecimiento dentro y entre vértebras cervicales y dorsales.

Por otro lado, La claridad y facilidad para observar las bandas de crecimiento en los cortes sagitales de las vértebras postcefalicas se realizó con la ayuda de la tinción rojo alizarina observándose de poco visibles a visibles con dos lecturas posibles.

En muchos trabajos se han realizado cortes de las vértebras como el único método para determinar la edad en tiburones; sin embargo Oshitani et al. (2003) menciona

que la superficie de las vértebras provee más información detallada de la estructura que los cortes de las mismas y que la superficie es más fácil de preparar y observar. También hace énfasis en que la observación de la superficie de las vértebras es mucho mejor que la observación de cortes de la estructura debido a que se logra una mayor precisión en el conteo de las marcas de crecimiento.

Las vértebras de los elasmobranquios acumulan material calcificado a medida que el individuo crece, produciendo áreas concéntricas que a menudo presentan características que reflejan la estación del año en la cual el material ha sido depositado. En general, la formación de bandas opacas en verano (crecimiento rápido) y traslúcidas en invierno (crecimiento lento), estaría relacionada con hábitos alimenticios y con cambios fisiológicos inducidos por parámetros medioambientales tales como la temperatura y el fotoperíodo (Natanson, 1993; Cailliet y Goldman, 2004; Goldman, 2005).

Este proceso de mineralización ocurre de manera progresiva, generando la formación de bandas o marcas en dichas estructuras, lo que ha permitido el uso de varias técnicas y métodos para determinar la edad y el crecimiento (Daiber 1960, Holden 1972, Holden & Vince 1973, Du Buit 1976, Cailliet *et al.* 1983, Ryland & Ajayi 1984, Brander & Palmer 1985, Fuentealba & Leible 1990, Walmsley-Hart *et al.* 1999, Sulikowski *et al.* 2005, Lessa *et al.* 2006, Licandeo *et al.* 2006, Romine *et al.* 2006, Davis *et al.* 2007, Quiroz *et al.* 2007, Zavatteri 2010).

Las bandas fueron comúnmente más evidentes en el cuerpo calcáreo que en la intermedialia. En algunos casos la banda de nacimiento fue evidente, visualizándose como un cambio de ángulo en el margen interno del cuerpo calcáreo, acompañado

en ocasiones por una estrecha banda hialina (Branstetter, 1987; Bonfil *et al.*, 1993; Oshitani *et al.*, 2003; Sánchez-de Ita, 2004).

Es importante mencionar, que algunas marcas antes del nacimiento fueron poco visibles, o se observaron sólo en una parte de la estructura, al contrario de las marcas de crecimiento, las cuales siguen, en la mayoría de los casos, un patrón temporal consistente de depositación y son fácilmente distinguibles en la estructura.

El número de bandas fue diferente incluso con talla similar, evidenciando la variedad en las historias de vida de la especie.

#### **8.6 Verificación de la deposición de las bandas de crecimiento.**

Branstetter (1987b) utilizó el tipo de borde y el incremento marginal absoluto en las vértebras para determinar la periodicidad de las marcas de crecimiento en *C. falciformis* en el Golfo de México, concluyendo que éstas se depositan a lo largo del año y acaban de formarse en octubre – diciembre. Por su parte, Bonfil *et al.*, (1993) en el Banco de Campeche, midieron el incremento marginal y encontraron que este aumenta a lo largo del año, con un máximo en diciembre y un mínimo en febrero.

En la gran mayoría de estudios de edad y crecimiento se han utilizado técnicas como el incremento marginal y análisis de borde determinando la periodicidad de la formación de bandas, cuando no se pueden aplicar técnicas de validación como la oxitetraciclina (Goldman, 2005; Cailliet & Goldman 2004). En el presente trabajo en incremento marginal indico el pico más bajo en el mes de febrero, donde posiblemente se termina de formar la banda clara y un máximo en diciembre.

Durante el presente estudio se asumió que un par de bandas (hialina y opaca) representó un ciclo de crecimiento anual, como suele ocurrir durante la interpretación

de patrones de bandas en partes de estructuras duras (seccionamiento vertebral de elasmobranquios) (Goldman, 2005). La deposición de un anillo para *C. falciformis* es anual (Bonfil *et al.* 1993; Oshitani *et al.*, 2003).

Para determinar la temporalidad de la formación de las marcas de crecimiento en elasmobranquios, Ishiyama (1978) y Tanaka & Mizue (1979) mencionan que la amplitud y densidad del margen de la vértebra, pueden ser usadas para confirmar las edades estimadas cuando son comparadas por meses o estaciones del año.

Según Cailliet *et al.* (2006), el método de incremento marginal relativo (IMR) es actualmente el más utilizado como técnica para verificar la formación de los anillos de crecimiento en los estudios de edad y crecimiento en peces condriictios.

Típicamente, este método consiste en medir el ancho del último anillo de crecimiento previamente formado y es comparado con el ancho del margen de la vértebra a través de los meses del año, los resultados obtenidos son graficados contra los meses del año esperando encontrar un ciclo sinusoidal con una frecuencia de un año (Carlson *et al.*, 1999).

Existen varias modificaciones de este método, así como distintas terminologías para abordar la periodicidad de formación de los anillos, haciendo poco eficiente las comparaciones entre los diversos estudios. Debido a lo anterior, Cailliet *et al.* (2006) recomiendan que el método propuesto por Conrath *et al.* (2002), es el más apropiado para evaluar la temporalidad de anillos de crecimiento, y además, mencionan que es importante el uso apropiado de pruebas estadísticas para evaluar las diferencias de IMR entre meses, ya que en la mayor parte de los estudios que abordan este tema

sólo determinan la formación de las bandas a partir de la observación de las graficas de IMR meses graficado contra los meses del año.

En este trabajo solo se utilizó el método de validación de distribución temporal del tipo de borde de las vértebras. Sin embargo, es necesario aplicar otros métodos de validación, y conseguir muestras representativas de cada mes. Este método de validación es un método indirecto el cual no es muy preciso. Existen métodos directos como el marcado con tetraciclina que son más eficientes. Sin embargo, este método, además de ser muy caro, presenta la desventaja de que el número de organismos recapturados es muy bajo y generalmente en tiempos muy largos.

Otro método directo, que resulta eficiente es el uso de la bomba de radiocarbono en las vértebras para determinar y confirmar la periodicidad de las marcas de crecimiento, ya que se ha demostrado que es apropiado en todas las especies de tiburones por lo menos de las que presentan marcas formadas antes de 1970 (Campana et al., 2002). Este método se basa en las altas acumulaciones de  $C^{14}$  en las estructuras, debido a las pruebas nucleares que se realizaron entre los 50` y los 60` (Campana et al., 2002). La desventaja que presenta esta técnica es que solo puede aplicarse a organismos que hayan nacido antes de los 70`.

### **8.7 Crecimiento individual en longitud.**

El modelo de crecimiento de von Bertalanffy es uno de los más usados para describir el crecimiento en peces (Goldman 2004). Sin embargo, es crítico para comparar los modelos para ver cual mejor se ajusta a los datos, ya que cada especie tiene un patrón de crecimiento diferente.

Los parámetros de crecimiento encontrados en el presente estudio ( $L^\infty = 335$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.91$  para las hembras  $L^\infty = 326$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.85$  para machos,  $L^\infty = 335$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.95$  para sexos combinados) muestran que no existe diferencias significativas entre los parámetros de crecimiento entre sexos ( $\chi^2 = 5.21$ ,  $P > 0.05$ ) resultados similares muestran Sánchez de Ita, (2004); Santander-Neto (2011), por lo tanto se anula la hipótesis planteada, la cual hace mención que existen diferencias significativas en los parámetros de crecimiento entre machos y hembras de *C. falciformis* en las muestras obtenidas de los desembarques en Playa de Tarquí en el periodo 2011-2012.

Es importante mencionar que el parámetro  $t_0$  en los estudios para elasmobranchios es considerado sólo como un parámetro de ajuste y que no debe ser considerado como un parámetro biológico (Cailliet *et al.*, 2006), ya que es irrazonable considerar que el crecimiento embrionario es gobernado por el mismo parámetro de crecimiento después de nacer (Cailliet y Goldman, 2004).

Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy que Branstetter (1987b) determinó para sexos combinados de *Carcharhinus falciformis* en el noroeste del Golfo de México, fueron  $L^\infty = 291$  cm LT,  $k = 0.153$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.2$  años. A su vez, el Banco Campeche tiene los siguientes parámetros para sexos combinados,  $L^\infty = 311$  cm LT,  $k = 0.101$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.718$  años. Ellos discutieron que en su trabajo la inclusión de especímenes grandes con sus respectivas vértebras produjo valores altos de la LT asintótica ( $L^\infty$ ) y su correspondiente valor bajo de  $k$ .

Las edades máximas registradas fueron 20-22 años para machos y hembras, respectivamente.

Por su parte en el Océano Pacífico central, Oshitani *et al.* (2003) reportaron para sexos combinados del tiburón piloto,  $L_{\infty} = 216.4$  cm LP (ó 288 cm LT),  $k = 0.148$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -1.76$  años, argumentando la tasa de crecimiento así como la longitud al nacimiento son aproximadamente los mismos tanto en el Océano Pacífico como en el Océano Atlántico. El tamaño de nacimiento se estima entre 65 y 81 cm LT. La edad máxima registrada fue de 13 y 8 años para las hembras y machos, respectivamente.

En Indonesia, (Bartron, 2006). Los parámetros de von Bertalanffy, sexos combinados fueron  $L_{\infty} = 298$  cm LT,  $k = 0.07$  y  $t_0 = -4.9$ , años. La talla de primera madurez para machos fue de 208 cm (13 años) y hembra 216 cm (15 años), con una edad máxima de 19 y 20 años para las hembras y los machos, respectivamente. La fecundidad fue de 2-14 embriones por gestación y el tamaño medio de nacimiento era 68 cm LT.

Además, Ita-Sánchez *et al.* (2011) encontraron marcas prenatales (intrauterino) antes de la marca de nacimiento del tiburón mico, capturado en la costa occidental de Baja California Sur, parámetros de crecimiento de von Bertalanffy fueron estimados  $L_{\infty} = 240$  cm LT,  $k = 0.14$  y  $t_0 = -2.98$  años. La edad máxima fue de 16 y 14 años para hembras y machos, respectivamente.



Debido a la diferencia en las estimaciones de los parámetros de la población del Tiburón mico o tollo en diferentes partes del mundo, Bonfil., (2008) sugiere estudios genéticos con el fin de verificar la presencia de distintas poblaciones.

La especie ha sido capturada ampliamente durante décadas y según la UICN (Bonfil *et al.*, 2007), la especie podría ser insertada como amenazada en un futuro cercano. La investigación de los parámetros de una especie es esencial para la evaluación del estado de la población y conservación resultante de la especie.

Se ha reportado que los tiburones disminuyen el crecimiento en el momento que alcanzan la madurez sexual ya que los organismos dirigen su energía a la preparación para el momento de la reproducción (Branstetter *et al.*, 1987).

Se han realizado muchos estudios de edad y crecimiento en otras especies de tiburones donde se ha determinado que el crecimiento juega un papel muy importante en la supervivencia de los organismos y el parámetro  $k$  del modelo de von Bertalanffy ha sido de gran utilidad para la comparación del crecimiento entre las especies.

En este estudio, los resultados del coeficiente de crecimiento ( $k=0.06$ ) sugieren que esta especie presenta un crecimiento lento, que junto otras características de su historia de vida como la baja fecundidad y la reproducción tardía, lo hacen altamente susceptible a la sobreexplotación.

Para la región del Golfo de México (Branstetter, 1987), presentó un  $k$  bajo (menos de 0.1) de manera similar otros estudios del género *Carcharhinus* como *C. obscurus* ( $k = 0,043$  y  $0,045$ ) (Simpfendorfer 2000), *C. leucas* ( $K = 0,042$ ) (Neer et al. 2005). *C. falciformis* ( $k = 0,084$ ) (Joung et al., 2008); ( $k = 0,08$ )(Santander-Neto 2011). Según lo propuso Branstetter (1987b), el valor de esta constante ajusta a *C. falciformis* como una especie de crecimiento lento (Bartron, 2006; Joung et al, 2008, y este trabajo) Oceano Pacífico Central (Oshitani et al., 2003) y la Costa Oeste de México (Sánchez-de Ita et al., 2011), tuvieron valores de  $k$  altos en comparación del presente estudio (Tabla 5).

**Tabla 5.-** Parámetros de crecimiento (VBGM) Tiburón mico *C. falciformis*, reportados en diferentes regiones geográficas. T<sub>max</sub>= edad máxima observada.

Región	$L_{\infty}$	$k$	$t_0$	$t_{max}$	$n$	Referencia
Indonésia	298	0.07	-4.9	20	197	Bartron (2006)
Nordeste de Taiwan	332	0.084	2.76	14	250	Joung et al., (2008)
Oceano Pacífico Central	288	0.148	1.76	13	298	Oshitani et al., (2003)
Costa Oeste de México	240	0.14	2.98	16	145	Sánchez-de Ita et al., (1993)
Golfo de México	291	0.153	-2.2	13+	100	Branstetter (1987)
Banco de Campeche	311	0.101	2.72	22+	83	Bonfil et al., (1993)
Manta, Ecuador	335	0.06	2.95	19	499	Presente estudio

**T<sub>max</sub>: Edad máxima.**

## 8.8 Estructura de edades.

Una adecuada estimación de la edad y de los parámetros de crecimiento es de vital importancia en la investigación pesquera, ya que constituyen herramientas valiosas para identificar la composición por la edad de las poblaciones de peces, su velocidad de crecimiento, y los grupos de edad que están sosteniendo la pesquería, lo que contribuirá al ordenamiento de su explotación y al establecimiento de una base de datos para su manejo óptimo (Zarate-Rustrian, 2010).

Las edades determinadas para *C. falciformis* abarcaron un intervalo de 0–19 años, La hembra de menor edad (<1 año) tuvo una talla de 50 cm de LT, mientras que la de mayor edad (19 años) tuvo una talla de 249 cm de LT.

En el caso de los machos, el organismo de menor edad (<1 año) tuvo una talla de 61 cm de LT, mientras que el de mayor edad (17 años) tuvo una talla de 229 cm de LT.

**Tabla 6.-** Edades (años) de *C. falciformis* reportadas anteriormente en otras zonas, y validación de la periodicidad de la formación de las bandas

Especie	Edad máxima (años)		Edad de madurez (años)		Periodicidad (método de validación)	Lugar y período de estudio
	H	M	H	M		
<i>C. falciformis</i>	13.8	12. 8	9	6 - 7	Anual (IM)	NO Golfo de México (1982-1985)
	22+	20+	12+	10	Anual (IM)	Península de Yucatán (1985-1989)
	13	8	6 - 7	5 - 6	Anual (IM)	Océano Pacífico (1992-1999)
	16	14	7 - 8			Baja California Sur (2000-2002)
	11	14	9.2-10.2	9.3	Anual (IM)	NE Taiwan (2000-2002)
	19	20	15	13		Indonésia (2006)
	19	17	12+	10	Anual (IM)	Presente estudio

La edad máxima para ambos sexos, fue mayor a la estimada para esta especie en el NO del Golfo de México, Branstetter (1987b) Océano Pacífico, Bonfil *et al.* (1993) Baja California, Sánchez de Ita (2004) NE Taiwan (Joung *et al.*, 2008). En contraste con los resultados reportados en el Noreste y la península de Yucatán tanto las hembras como los machos presentaron similitud con los reportados en el presente estudio. Las edades de los organismos que presentaron evidencia de madurez fueron mayores a las edades de madurez de los reportes previos (Tabla 6), como es el caso de hembras y machos de *C. falciformis*.

En estudios anteriores, en el Noroeste del Golfo de México el tamaño de primera madurez para hembras es 225 cm (9 años) y machos entre 210 a 220 cm (6-7 años) embriones cerca de los 70 cm (Branstetter, 1987), las edades máximas de 14 y 13 años para hembras y machos respectivamente. (Bonfil *et al.*, 1993) en el Banco de Campeche muestra que el nacimiento ocurre cerca de los 76 cm LT, después de una gestación de 12 meses, y la madurez cerca de los 10 años (225 cm LT) para machos y a los 12 años (232 a 245 cm LT) para hembras, las edades máximas registradas fueron de 20-22 años, para machos y hembras respectivamente.

En el Océano Pacífico, (Oshitani *et al.*, 2003) presenta una talla de maduración de 180 a 186 cm LT (5-6 años) para machos y entre 200-206 cm LT (6-7 años), el tamaño de nacimiento fue estimado entre 65 a 81 cm LT. La talla máxima registrada fue de 13 años (hembras) y 8 años (machos).

Indonesia, el tamaño de primera madurez sexual para machos fue de 208 cm LT (13 años) y para hembras de 216 cm LT (15 años) con una edad máxima de 19-20 años

para hembras y machos respectivamente. Una fecundidad de 2 a 14 embriones por gestación y tamaño medio de nacimiento de 68 cm (Bartron, 2006).

En aguas del Noroeste de Taiwan, edades de 11-14 para hembras y machos respectivamente, el tamaño de madurez para machos fue de 212.5 cm LT (9.3 años) y para hembras entre 210 y 220 cm LT (9.2-10.2 años) y una fecundidad de 8 a 10 embriones por gestación y el tamaño de nacimiento entre 63.5 y 75.5 cm LT) (Joung *et al.*, 2008)

En este estudio la edad máxima fue de 19 años para hembras y 17 años para machos (Tabla 6). Afirmando así que *Carcharhinus falciformis* alcanza a vivir por lo menos 22 años (Bonfil *et al.*, 1993).

En cuanto al número de embriones, se han registrado entre 1 y 11, sus tallas fluctúan entre 32 cm y 69 cm LT (machos) y 31.6 cm y 68 cm LT (hembras). Galván-Tirado (2007) en el Golfo de Tehuantepec (México) reporta una fecundidad uterina entre 2 y 14 embriones; García-Cortés *et al.* (2011) en el Océano Pacífico encontraron un tamaño de camada que fluctuó entre 2 y 18 embriones, mientras que Zhu *et al.* (2011) observaron una fluctuación entre 4 y 10 embriones.

## 9 CONCLUSIONES.

- El tiburón mico se encuentra presente en las costas ecuatorianas del Pacífico sur durante todo el año, siendo más frecuente en los meses de febrero a julio.
- Las tallas de las hembras tuvieron un intervalo entre 61 a 249 cm LT, con moda en 177 cm. Los machos tuvieron longitudes entre 56 y 272 cm LT, con moda en 209 cm LT.
- En este estudio la talla de primera madurez sexual (longitud a la cual el 50% de la población alcanza la madurez sexual) para los machos y hembras fue de 185.5 cm y 205.5 cm LT respectivamente.
- No se observó segregación sexual en ninguno de los casos (juveniles, adultos y total).
- La relación entre el diámetro de la vértebra y la longitud total es descrita adecuadamente por un modelo lineal, sugiriendo un crecimiento proporcional de la vértebra con respecto a la longitud del organismo, demostrando que las vértebras son estructuras adecuadas para realizar estimaciones de edad y crecimiento en el tiburón *Carcharhinus falciformis*.

- Con base en la distribución temporal del tipo de borde de las vértebras se sugiere que la formación de las marcas de crecimiento es un evento periódico formándose una banda clara y una banda oscura al año.
- No se detectaron diferencias significativas en los parámetros de crecimiento estimados por medio del modelo de von Bertalanffy entre hembras y machos, obteniendo las siguientes estimaciones:  
 Hembras:  $L_{\infty} = 335$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.91$   
 Machos:  $L_{\infty} = 326$  cm LT,  $K = 0,06$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.85$
- Se encontraron 19 grupos de edad, de 0 a 19 para las hembras y de 0 a 17 para los machos. Los grupos de edad más abundantes para hembras fueron los organismos que tenían entre 3-4 años y de 8-12 años; para machos los grupos más abundantes fueron de 2 a 14 con excepción de la edad 12.
- Los resultados sugieren que el tiburón mico, *Carcharhinus falciformis*, presenta lento crecimiento comparado con otras especies de tiburones.

## 10. RECOMENDACIONES.

- Es importante realizar estudios complementarios de la biología de *Carcharhinus falciformis* con el fin de conocer todos los parámetros poblacionales y aplicarlo a un modelo de evaluación pesquera.
- Aplicar varios modelos de crecimiento, no tan sólo el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, el cual es el más utilizado en biología pesquera, pero no se puede asegurar que sea el que mejor se ajustara a los datos observados.
- Debido a las inconsistencias en la terminología utilizada para la descripción de los patrones de crecimiento en los estudios de peces condriktios, se sugiere seguir las recomendaciones propuestas por Cailliet *et al.*, (2006), utilizando los términos banda opaca, banda hialina y par de bandas, este último refiriéndose al término anillo de crecimiento, con la finalidad de tener consistencia en los estudios de este grupo de peces y hacer comparables sus resultados.
- Finalmente, es necesario realizar estudios de marcado-recaptura, para evaluar una técnica más exacta de la periodicidad anual de las marcas de crecimiento en el tiburón mico, inyectando oxitetraciclina a los organismos, para poder construir con mayor certeza modelos poblacionales estructurados por edad.



## 11. BIBLIOGRAFÍA:

- **Abdel-Aziz, S.H. 1992.** The use of vertebral rings of the brown ray *Raja miraletus* (Linnaeus, 1758) off the Egyptian Mediterranean coast for estimation of age and growth. *Cybiurn*, 16: 121–132.
- **Aguilar, F.; X. Chalén; C. Villón; P. Solís & N. Gaibor. 2005b.** Aguilar, Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenación de los Tiburones en el Ecuador (PAT-Ecuador). Instituto Nacional de Pesca. Ecuador. 26 pg
- **Aguirre, G.B., 2009.** Edad Y Crecimiento De La Raya Gavilán *Myliobatis californica* En La Parte Norte Del Golfo De California. Tesis de Maestría. Centro De Investigación Científica Y De Educación Superior De Ensenada, Baja California, México.
- **Alejo-Plata C., J. L. Gómez-Márquez, S. Ramos y E. Herrera. 2007.** Presencia de neonatos y juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) y del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Muller y Henle, 1839), en la costa de Oaxaca, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 403-413. Versión On-line ISSN 0718-1957.
- **Alejo-Plata MC, SC Ramos & JLR Cruz. 2006b.** La pesquería artesanal del tiburón en Salina Cruz, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 30: 37-51.
- **Álvarez-del Villar J. 1978.** Los Cordados. Origen, evolución y hábitos de los vertebrados. Ed. CECSA. México D. F. 372pp.
- **Anderson, E. D. 1990b.** Fishery models as applied to elasmobranch fisheries. *En*: Pratt Jr., H. L., S. H. Gruber & T. Taniuchi (Eds.). pp. 473-484. *Elasmobranchii as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematic and the Status of the Fisheries*. NOAA Technical Report NMFS 90.

- **Andrade-González, Z. 1996.** Determinación de edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) (Subclase Elasmobranchii) (Familia Sphyrnidae) del Pacífico mexicano mediante la lectura de sus anillos vertebrales. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara. 70 pp.
- **Andrade-González, Z. 2005.** Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Muller y Henle, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR.
- **Anislado-Tolentino V., M. Gallardo-Cabello, F. Amezcua-Linares & C. Robinson-Mendoza. 2008.** Age and growth of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) from the Southern coast of Sinaloa, México. *Hidrobiológica* 18: 31–40.
- **Applegate, S. P., L. Espinosa, L. Menchaca y F. Sotelo. 1979.** Tiburones mexicanos. SEP. Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica. Direcc. Gral. de Cienc. y Tecnol. del Mar. México, 146 p.
- **Bane, G. W. 1966.** Observations on the silky shark, *Carcharhinus falciformis*, in the Gulf of Guinea. *Copeia* (2): 354-355.
- **Bartron, C. 2006.** Age and growth, and reproductive biology of the Gummy Shark *Mustelus antarcticus* from south-western Australia and the Silky Shark *Carcharhinus falciformis* from eastern Indonesia. 119p. Honours Degree of Murdoch University, Murdoch, Australia.
- **Bascompte J, Melian CJ, Sala E (2005).** Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 102: 5443-5447.
- **Baum, J.K., Myers, R.A., Kehler, D.G., Worm, B., Harley, S.J., y Doherty, P.A. (2003):** «Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic», *Science*, nº 299, pp. 389-392.

- **Bishop S.D.H., M.P. Francis, C. Duffy & J.C. Montgomery. 2006.** Age, growth, maturity, longevity and natural mortality of the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in New Zealand waters. *Mar. Freshwater Res.* 57: 143–154.
- **Bizzarro, J.J., Smith, W.D., Hueter, R.E., Tyminski, J., Márquez-Farías, J.F., Castillo-Géniz, J.L., Cailliet, G.M., Villavicencio-Garayzar, C.J., 2007.** El estado actual de los tiburones y rayas sujetos a explotación comercial en el Golfo de California: Una investigación aplicada al mejoramiento de su manejo pesquero y conservación. Traducción por: J. Leonardo Castillo-Géniz. Moss Landing Marine Laboratories Tech. Pub. 2009–02.
- **Bonfil, R. 2008.** The biology and ecology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*. In: *Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation* (eds. M. D. Camhi, E. K. Pikitch and E. A. Babcock). Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2008.
- **Bonfil, R.,** Amorim, A., Anderson, C., Arauz, R., Baum, J., Clarke, SC, Graham, RT, Gonzalez, M., Jolón, M., Kyne, PM, Mancini, P., Márquez, F., Ruíz, C. & Smith, W. 2009. *Carcharhinus falciformis*. En: UICN 2012. Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas. Version 2012.2. < [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) >. Downloaded on **02 April 2013**.
- **Bonfil, R., D. de Anda & R. Mena. 1990.** Shark Fisheries in Mexico: The Case of Yucatan as an Example. *En: Pratt Jr., H. L., S. H. Gruber & T. Taniuchi (Eds.).* p.p. 427-441. *Elasmobranch as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematic and the Status of the Fisheries.* NOAA Technical Report NMFS 90.
- **Bonfil, R., de Anda D., & Mena, A.R. 1993.** Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, from the Campeche Bank, Mexico. In: NOAA Tech Rep NMFS 115: 73-86.

- **Bonfil, R.**, Field identification guide to the sharks and rays of the Red Sea and Gulf of Aden. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*. Rome, FAO. 2004, by R. Bonfil and M. Abdallah. - FAO. Sharks and Rays of the Red Sea and the Gulf of Aden. FAO species Identification Cards. Rome, FAO. 2007.
- **Bonfil, R.**, The biology and ecology of the silky shark, *Carcharhinus falciformis* In: Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation (eds. M. D. Camhi, E. K. Pikitch and E. A. Babcock). Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2008.
- **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. *Environ. Biol. Fish.* 19: 161–173.
- **Branstetter, S. & D. McEachran. 1986.** Age and growth of four carcharhinide shark common to the Gulf of Mexico: a summary paper. *En: Uyeno, T., R. T. Taniuchi, & K. Matsuura (Eds.)*. p. p. 361-371. Indo Pacific fish biology: proceedings of de second international conference on Indo Pacific fishes. Ichthyol. Soc. Japan,
- **Brothers, E.B. 1983.** Sumary of round table discussions on age validation. NOAA Technical Reports NMFS 8:35-44.
- **Cabrera-Chávez-Costa. A. A. 2003.** Hábitos alimenticios del tiburón *Carcharhinus falciformis* (Muller y Henle, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR-INP. 95 p.
- **Cadena, C. L. 2001.** Biología reproductiva de *Carcharhinus falciformis* (Chondrichtyes: Carcarhiniformes: Carcharhinidae), en el Golfo de California. Tesis Profesional. U.A.B.C.S. La Paz (B.C.S.), México. 68 p.
- **Cailliet G.M, Smith, W.D., Mollet H.F. & Goldman, K.J. 2006.** Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. *Environ. Biol. Fish.* 77: 211–228.

- **Cailliet G.M., L.K. Martin, D. Kusher, P. Wolf & B.A. Welden. 1983.** Techniques for Enhancing Vertebral Bands in the Estimation of California Elasmobranchs. Technique Report National Marine Fisheries Service, NOAA, 8: 157-165.
- **Cailliet G.M., R.L. Radtke & B.A. Welden. 1986.** Elasmobranch age determination and verification: a review. Pp. 345–359. En: Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes. T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi & K. Matsuura (Eds.). Ichthyol. Soc. Japan, Tokyo.
- **Cailliet GM, Martin LK, Harvey JT, Kusher D, and BA Welden (1983)** Preliminary studies on the age and growth of blue, *Prionace glauca*, common thresher, *Alopias vulpinus*, and shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, sharks from California waters. NOAA Tech Rep NMFS 8:179-188.
- **Cailliet, G.M., & Goldman, K. 2004.** Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In 'Biology of Sharks and Their Relatives'. (Eds J. Carrier, J. A. Musick and M.Heithaus.) pp. 399-447. (CRC Press: Boca Raton, FL.).
- **Cailliet, G.M., Bedford D.W., 1983.** The biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries: a review. CAICOFI Rep. 24, 57–69.
- **Camhi, M., E. Pikitch, E. Babcock. 2008.** Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- **Campana, S. E. 2001.** Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology*, 59, 197–242.
- **Campana, S.E., L. Natanson y S. Myklevoll. 2002.** Bomb dating and age determination of large pelagic sharks. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 59: 450-455.

- **Carlson, J.K., Cortés, E. y Bethea, D. 2003.** Life history and population dynamics of the finetooth shark (*Carcharhinus isodon*) in the northeastern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 101: 281-292.
- **Carrera-Fernández M. 2004.** Biología reproductiva del tiburón azul, *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría, La Paz, B.C.S. México. 67 pp.
- **Carrera-Fernández M., J. Martínez-Ortiz & F. Galván-Magaña. 2008.** Composición de tallas de *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas del Ecuador. Memorias del Tercer Simposio Nacional de Tiburones y Rayas. Ciudad Universitaria de Mexico agosto de 2008.
- **Casey, J., & R. Myers. 1998.** Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science* 281: 690-692.
- **Casselman J.M. 1983.** Age and growth assessment of fish from their calcified structures techniques and tools. NOAA Tech. Rep. 8. NMFS, USA.
- **Castro J. I. 1993.** The biology of the finetooth shark, *Carcharhinus isodon*. *Environmental Biology of Fishes.* (36): 219-232.
- **Cedeño-Figueroa L, Estupiñán-Montaño C & Galván-Magaña F. 2007.** Hábitos alimenticios del Tiburón Mico *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en el pacífico ecuatoriano / Feeding habits of the Silky shark *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) in the ecuadorian pacific. En: Martínez-Ortiz J & F Galván-Magaña (eds). Tiburones en el Ecuador: Casos de estudio / Sharks in Ecuador: Case studies. EPESPO - PMRC. Manta, Ecuador.46-50.
- **Chong-Robles, J. 2005.** Variación temporal de la distribución de tallas del tiburón *Carcharhinus falciformis*, dentro de la pesquería artesanal de Puerto Ángel Oaxaca, durante el periodo 2001 - 2002. Tesis de Maestría. UMAR. 61p.

- **Clarke, C., J. Lea, R. Ormond. 2011.** Reef-use and residency patterns of a baited population of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in the Red Sea. *Marine & Freshwater Research*, 62/6: 668-675.
  
- **Coller, Nidia Marina, 2012.** Biología, ecología y explotación de la raya platana Atlantoraja platana (Günther, 1880), (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE) del Golfo San matías. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 179 pp.
  
- **Compagno L. J. V., F. Krupp y W. Scheider. 1995.** Tiburones En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental II. Vertebrados – Parte 1. Roma, FAO. Vol. II: 647-743 p. En W. Fischer, F. Krupp, W. Schnider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem, Eds.) Guía FAO para la identificación de species para los fines de la pesca. Pacifico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, ROMA.
  
- **Compagno LJV, M Dando, S Fowler (2005)** *Sharks of the World*. Save Our Seas Foundation. Haper Collins. Princeton University Press, Princeton and Oxford. 368 pp.
  
- **Conrath, C., Gelsleichter, J. & Musick, J. (2002).** Age and growth of the smooth dogfish (*Mustelus canis*) in the northwest Atlantic Ocean. *Fidh. Bull.*, 100, 674-682
  
- **Cortés, E. 2004.**Life history patterns, demography, and population dynamics. Pp.449–469. En: *Biology of Sharks and Their Relatives*. J.C. Carrier, J.A. Musick and M. R. Heithaus (Eds.). CRC Press, USA.
  
- **Cruz-Ramírez A., C. Ramírez-Santiago, S.R. Soriano-Velásquez & D. Acal-Sánchez. 2008.** Biología y reproducción del tiburón tunero (*Carcharhinus falciformis*) en aguas oceánicas del litoral de Manzanillo, Colima, México. Memorias del Tercer Simposio Nacional de Tiburones y Rayas. Ciudad Universitaria de México agosto de 2008.
  
- **Daiber, F.C. 1960.** A Technique for Age Determination in the Skate, *Raja eglanteria*. *Copeia*, 3: 258-260.

- **Davis, C.D., Cailliet, G.M. & Ebert, D.A. 2007.** Age and growth of the roughtail skate *Bathyraja trachura* (Gilbert 1892) from the eastern North Pacific. *Environmental Biology of Fishes*, 80: 325-336.
- **Díaz Sánchez A., C. Aguilar (Editores). 2008.** III Simposium Nacional de Tiburones y Rayas. SOMEPEC, UNAM, Alianza WWF- Telcel, México 252 pp.
- **Du Buit, M.H. 1976.** Age et croissance de *Raja batis* et de *Raja naevus* en Mer Celtique. *Journal du Conseil International Pour L'Exploration de la Mer*, 37(3): 261-265.
- **Dulvy, N.K. y Reynolds, J.D. 2002.** Predicting extinction vulnerability in skates. *Conservation Biology* 16: 440–450.
- **Fabens A.J. 1965.** Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*. 29: 265–289.
- **FAO. 2009.** FAO Committee on Fisheries. March 2009 Meeting, NGO statemen.
- **Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E. & Niem, V.H. 1995.** Guía FAO para la identificación de Especies, para los Fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, 2: 767. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1995.
- **Francis, M., Maolagáin, C.O. & Stevens, D. 2001.** Age, growth, and sexual maturity of two New Zealand endemic skates, *Dipturus nasutus* and *D. innominatus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35: 831–842.
- **Gallucci V.F., S.B. Saila, D.J. Gustafson & B.J. Rothschild. 1996.** Stock assessment quantitative methods and applications for small-scale fisheries. CRC Press, USA. 526 p.
- **Galván-Tirado, C. 2007.** Biología reproductiva del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis*, capturado en el Golfo de Tehuantepec. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.



- **García, M. Cevallos, A. 2009.** Distribución de Tallas y Variación Estacional del Tiburón Zorro Pelagico *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935). Desembarcados en la Playa de Tarqui-Manta-Ecuador, Durante el Periodo Enero del 2007 a Julio del 2009. Tesis de Grado. ULEAM. Manta Ecuador. 68 pp.
- **García-Cortés B, Ramos-Cartelle A & Mejuto J. 2011.** Biological observations of silky shark (*Carcharhinus falciformis*) on Spanish surface longliners targeting swordfish in the Pacific Ocean over the period 1990-2011. Prepared for the IATTC Second Workshop on Sharks, May 13-14, 2011, La Jolla, California, USA.
- **Garrick, J.A.F. 1982.** Sharks of the genus *Carcharhinus*. NOAA Tech. Rep. NMFS.445: 1-194.
- **Goldman, K.J. 2004.** Chapter 6. Management techniques for elasmobranch fisheries. Age and growth of elasmobranch fishes. Pp: 97–132. En: Musick JA, Bonfil R (Eds) Elasmobranch fisheries management techniques. Asia Pacific Economic Cooperation, Singapore, Pp: 251.
- **Goldman, K.J. 2005.** Age and growth of elasmobranch fishes. Pp. 76–102. En: J.A. Musick & R. Bonfil (Eds.). Management techniques for elasmobranch fisheries. Fish. Tech. Paper 474. FAO, Rome.
- **Hazin, F. H. V., Oliveira G. V. P. y Macena C. L. B. 2007.** Aspects of the reproductive biology of the silky shark *Carcharhinus falciformis* (Nardo, 1827), in the vicinity of archipelago of Saint Peter and Saint Paul, in the equatorial Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 60 (2): 648- 651.
- **Hoff, T.B. and J.A. Musick. 1990.** Western North Atlantic shark-fishery management problems and informational requirements. *NOAA Technical Report NMFS 90:455-472.*
- **Holden M.J. 1972.** The growth rates of *Raja brachyuran*, *R. clavata* and *R. montagui* as determined from tagging data. *Journal du Conseil International Pour L'Exploration de la Mer*, 34(2): 161-168.

- **Holden, M.J. & Vince, M.R. 1973.** Age validation studies on the centra of *Raja clavata* using tetracycline. *Journal du Conseil International Pour L'Exploration de la Mer*, 35(1): 13-17.
- **Hoyo-Padilla, E. M. 2003.** Biología reproductiva del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) de Baja California Sur. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, México. 58 p.
- **Instituto de Biología. "Carcharhinus falciformis (Bibron, 1839) - IBUNAM: CNPE:PE9491".** UNIBIO: Colecciones Biológicas. 2006-03-16. Universidad Nacional Autónoma de México. Consultada en: 2013-4-1. Disponible en: <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNPE:PE9491>
- **Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Nayarit, México. 81 p. Galván-Tirado C. 2007.** Biología reproductiva del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* capturado en el Golfo de Tehuantepec. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México.
- **Ishiyama, R. 1978.** Reexamination of the age and growth of *Raja*. *Monthly Marine Science (Japan)*. 10 (3): 188-194.
- **Wilson, C. A., E. B. Brothers, J. M. Casselman, C. L. Smith & A. Wild. 1983.** Glossary. NOAA Tech. Rep. NMFS. 8: 207.
- **Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R., Cooke, R., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., y Warner, R.W. 2001.** Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*. 293: 629–638.
- **Jiménez, R., 1983.** Diatomeas y dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, Ecuador, 2(2): 193-282.
- **Jiménez, S. R. 2009.** El Niño en el Océano Pacífico Ecuatorial. Aspectos Biológicos.

- **Joung S.J., C.T. Chen, H.H. Lee & K.M. Liu. 2008.** Age, growth, and reproduction of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in northeastern Taiwan waters. *Fish. Res.* 90: 78–85.
- **Kerr, L.A., Andrews, H.A., Cailliet, G.T., Brown, T.A & Coale, K.H. 2006.** Investigations of D14C, D13C, and D15N in vertebrae of white shark 169. (*Carcharodon carcharias*) from the eastern North Pacific Ocean. *Environmental Biology of Fishes*, 77: 337–353.
- **Kohler, N. E., J. G. Casey, and P. A. Turner. 1998.** NMFS cooperative shark tagging program, 1962–93: An atlas of shark tag and recapture data. *Marine Fisheries Review* 60(2):87.
- **Lai HL & HC Liu. 1979.** Age and growth of *Lutjanus sanguineus* in the Arafura Sea and North West Shelf. *Acta Oceanographica Taiwanica* 10: 160-171.
- **Lamilla, J., Acuña E., Araya, M., Kong, I., Oliva, M., Hernández, S., Villarroel, J. C., Concha, F., Vögler, R., Pequeño, G. & Mutschke, E. 2005.** Lineamientos Básicos para Desarrollar el Plan de Acción Nacional de Tiburones, Vol. 1. Informes Técnicos FIP FIP/IT 2004-18. Fondo de Investigación Pesquera.
- **Lessa, R., Marcante Santana, F. & Duarte-Neto, P. 2006** A critical appraisal of marginal increment analysis for assessing temporal periodicity in band formation among tropical sharks. *Environmental Biology of Fishes*, 77(3-4), Pp: 309.
- **Licandeo, R.R., Lamilla, J.G., Rubilar, P.G. & Vega, R.M. 2006.** Age, growth, and sexual maturity of the yellownose skate *Dipturus chilensis* in the south-eastern Pacific. *Journal of Fish Biology*, 68: 488-506.
- **MarineBio.org, 2012.** "Silky Sharks, *Carcharhinus falciformis* at MarineBio.org" (On-line). Accessed February 18, 2012 at <http://marinebio.org/species.asp?id=381>.
- **Marín-Osorno, R. 2006.** Tiburones de Tamaulipas y Veracruz, México: de la pesquería a la biología en cautiverio. 1986-2006. <http://www.raulmarinosorno.com/>

- **Martínez-Ortíz J, F Galván-Magaña, M Carrera-Fernández, D Mendoza-Intriago, C Estupiñán-Montaño & L Cedeño-Figueroa. 2007.** Abundancia estacional de Tiburones desembarcados en Manta - Ecuador / Seasonal abundance of sharks landings in Manta - Ecuador. En: Martínez-Ortíz J & F Galván-Magaña (eds). Tiburones en el Ecuador: Casos de estudio / Sharks in Ecuador: Case studies. EPESPO - PMRC. Manta, Ecuador.9-27.
- **Martínez-Ortíz J, García-Domínguez M, Cevallos-García A, Ávila-Zambrano E, Daza-Bermeo C, Zambrano-Zambrano R & Moreira-Merchán M. 2011.** ESTUDIO DE CASO: ASPECTOS BIOLÓGICOS PESQUEROS DEL TIBURÓN MICO O TOLLO *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) EN EL ECUADOR PAT- EC Grupo Tiburón, Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) - Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). 24 pp.
- **Ferguson, A. & G. Cailliet. 1990.** Sharks and Rays of the Pacific Coast. Monterey Bay Aquarium. 64 p. p.
- **Martínez-Ortíz J. 2007.** Guía de campo para la identificación de las principales especies de Tiburones y Rayas. Subsecretaría de Recursos Pesqueros, Escuela de Pesca del Pacífico Oriental, Programa de Manejo de Recursos Costeros. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). República del Ecuador. 8 pp.
- **Martínez-Ortíz J. 2010.** Guía de campo para la identificación de los principales tiburones en el Océano Pacífico Oriental. Proyecto APEC FWG 01/2001 T. Primera edición. Guayaquil, Ecuador. 20 pp.
- **Mejuto, J., B. García-Cortés y A. Ramos-Cartelle. 2005.** Tagging-recapture activities of large pelagic sharks carried out by Spain or in collaboration with the tagging programs of other countries. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(3): 974-1000.
- **Michael, S. 2005.** *Reef Sharks and Rays of the World*. Annapolis, MD: Lighthouse Press.

- **Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICIP). 2006.** Plan de Acción Nacional para Conservación y el Manejo de Tiburones de Ecuador (PAT - Ec). MICIP. 44 pp.
- **MÜLLER, J.; HENLE, F.G.J. 1839.** Systematische Beschreibung der Plagiostomen. Berlin, Veit, pp. 39-102.
- **Musick, J.A., Burgess, G., Cailliet, G., Camhi, M., y Fordham, S. 2000.** Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries* 25(3): 9–13.
- **Natanson, L.J. 1993.** Effect of temperature on band deposition in little skate *Raja ericacea*. *Copeia*, 199-206.
- **Natanson, L.J., Casey, J.G., & Kohler, N.E. 1995.** Age and growth estimates for the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, in the western North Atlantic Ocean. *Fishery. Bulletin.* 93, 116–126.
- **Ortíz, P. 2011.** Biología Reproductiva del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* ((Müller y Henle, 1839) en la costa de Chiapas, México. Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel.
- **Oshitani S., Nakano H. y Tanaka S. 2003.** Age and growth of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the Pacific Ocean. *Fisheries Science.* 69: 456-464.
- **Pak, H. And J.R. Zaneveld, 1974.** Equatorial Front in the Eastern Pacific Ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, Vol.4:570-578.
- **Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., y Torres, F. Jr. 1998.** Fishing down marine food webs. *Science.* 279(5352): 860–863.
- **Pratt H. L. Jr. 1979.** Reproduction of the blue shark, *Prionace glauca*. *Fishery Bulletin.* 77: 445-470.

- **Quiroz, J.C., Wiff, R. & Céspedes, R. 2007.** Reproduction and population aspects of the yellownose skate, *Dipturus chilensis* (Pisces, Elasmobranchii: Rajidae), from southern Chile. *Journal of Ichthyology*, 25: 72-77.
- **Ribot, C. M.C. 2003.** Edad y crecimiento del tiburón mako, *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN.
- **Ridewood, W.G. 1921.** On the calcification of the vertebral centra in sharks and rays. *Physiol. Trans. R. Soc. Ser. B. Biol.* 210: 311-407.
- **Ronquillo-Benítez, K. 2000.** Aspectos biológicos y pesqueros del tiburón aleta de cartón *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) de las aguas del Golfo de Tehuantepec, Chiapas, México. Tesis profesional. UNAM. 90 p. p.
- **Rossouw, G.J. 1984.** Age and growth of the sand shark, *Rhinobatos annulatus*, in Algoa Bay, South Africa. *Journal of Fish Biology*, 25: 213–222.
- **Ruiz, W., & Díaz, M. 2007.** Desembarques artesanales de tiburones y rayas en los principales puertos pesqueros del Ecuador durante 2007. *Boletín científico Técnico*, 2007, Instituto Nacional de Pesca, pp. 12.
- **Ryland, J.S. & Ajayi, T.O. 1984.** Growth and population dynamics of three *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, British Isles. *Journal du Conseil International Pour L'Exploration de la Mer*, 41: 111-120.
- **Sánchez de Ita, J. A. 2004.** Edad y crecimiento del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 76p.
- **Santander-Neto, J. 2011.** Idade e crescimento do tubarão lombo preto, *Carcharhinus falciformis*, capturado no Atlântico sudoeste tropical. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Jones Santander Neto. – Recife, 2011. 59 pp.

- **Soriano-Velásquez, S. R., A. Solís-Nava, C. Ramírez-Santiago, A. Cid del Prado Vera, J. L. Castillo-Géniz. 2002a.** Tiburones del Golfo de Tehuantepec. pp. 211-236. En: Sustentabilidad y pesca responsable en México, evaluación y manejo. 1999-2000. INP.
- **Stevens J.D., Bonfil R., Dulvy N.K., Walker P.A., 2000.** The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES J. Mar. Sci. 57, 476–494.
- **Strasburg, D. W. 1958.** Distribution, abundance and habits of pelagics sharks in the Central Pacific Ocean. U.S. Fishery Bulletin 138: 335-361.
- **Subsecretaría De Recursos Pesqueros. 2008.** Tiburón mico *C. falciformis*. In: Estadísticas de tiburones por especies. Manta, Ecuador. Disponible en la red en: <http://tiburon.subpesca.gov.ec/tiburon-ecuador/tiburon-rabon-bueno-alopias-pelagicus-141.html>.
- **Sulikowski, J.A., Kneebone, J. & Elzey, S. 2005.** Age and growth estimates of the thorny skate (*Amblyraia radiata*) in the western Gulf of Maine. Fishery Bulletin, 103: 161-168.
- **Tanaka, S. & K. Mizue. 1979.** Age and growth of Japanese dogfish *Mustelus manazo* Bleeker in the East China Sea. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 45(1): 43-50.
- **Tavares V. R. 2005.** Abundancia relativa, distribución y estructura poblacional de tiburones en el Caribe y Atlántico Centro – Oriental. Universidad de Oriente Núcleo de Sucre Posgrado Ciencias Marinas Instituto Oceanográfico de Venezuela.
- **Tolentino, V. & C. Mendoza. 2001.** Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) en el Pacífico central de México. Ciencias Marinas 27: 501-520.
- **Torres, B., Morey, G. & Tomás, J. 2005.** Interpretation of vertebral growth as annuli in the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus*: analysis of vertebrae of captive specimens. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85: 1167-1170.


- **Tovar-Ávila J., V. Troynikov, T.I. Walker & R.W. Day. 2009d.** Use of stochastic models to estimate the growth of *Heterodontus portusjacksoni* in eastern Victoria, Australia. *Fish. Res.* 95: 230-235.
- **Villatorio, O. & C. Rivera. 1994.** Diagnóstico de la pesquería del tiburón en El Salvador. Tesis Profesional, Univ. Nac. El Salvador, El Salvador 95 p.
- **Villavicencio, C.J. 2000.** Taxonomía, Abundancia Estacional, Edad y Crecimiento y Biología Reproductiva de *Narcine entemedor* Jordan y Starks, en Bahía Almejas, B.C.S., Mexico.
- **Von Bertalanffy, L. 1938.** A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). *Human Biology* 10, 181-213.
- **Walter J.P. & D.A. Ebert. 1991.** Preliminary estimates of age of the bronze whaler, *Carcharhinus brachyurus* from southern Africa. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 10: 37-44.
- **Yoshimura, H. & S. Kawasaki. 1985.** Silky shark (*Carcharhinus falciformis*) in the tropical water of western Pacific. *Resp. Japanese Group for Elasmobranch Studies.* 20:6-10.
- **Zarate-Rustrián, J. 2010.** Edad y Crecimiento del tiburón Martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en la costa sur de Oaxaca, México. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. México. 59p.
- **Zavatteri, A. 2010.** Estudio de edad y crecimiento de la raya hocicuda *Dipturus chilensis* (Guichenot, 1848) en el Atlántico Sudoccidental (34°-55° LS y 52°69 LW). Tesis de Grado, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pp: 62.
- **Zhu J, Dai X & Xu L. 2011.** Reproductive information of silky shark (*Carcharhinus falciformis*) in the central and eastern Pacific Ocean. Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China. Prepared for the IATTC Second Workshop on Sharks, May 13-14, 2011, La Jolla, California, USA. 16 pp.



# 12. ANEXOS


PLAN DE ACCION NACIONAL PARA LA CONSERVACION Y MANEJO DE TIBURONES DEL ECUADOR

HOJA DE CAMPO



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS

FECHA: \_\_\_\_\_ LOCALIDAD: \_\_\_\_\_




Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca


Ar. Pes.	ESPECIE	LONG. TOTAL	LONG. FURCAL	LONG. PRECAU	IDS	SEXO		CARACTERISTICAS DE MADUREZ						PESO LIBRAS	OBSERVACIONES
						HEMERA MACHO	MAR. COR. LONG. CL.	ABERT. VA ROTAC.	Nº EMB. CALCF.	ANCH UTER ABERT. RIF.	Nº OVOCITOS SEMEN				

PLAN DE ACCION NACIONAL PARA LA CONSERVACION Y MANEJO DE TIBURONES DEL ECUADOR

CONTEO POR ESPECIES



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS



Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca

ESPECIES	SEXO	TOTAL	TRONCOS
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		
	H		
	M		

Anexo 1. Hoja de monitoreo.

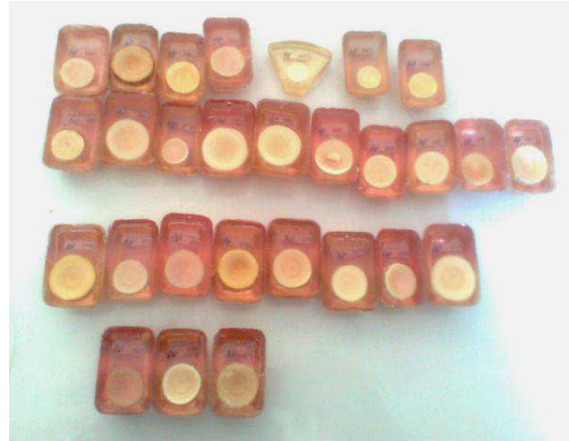


**Anexo 2.** Descarga del Tiburón *Carcharhinus falciformis* en la Playa de Tarqui





**Anexo 3.** Trabajo de Campo en la Playa de Tarqui “Toma de medidas”



**Anexo 4.** Vértebras en Epoxi.



**Anexo 5.** Cortadora isomet® buehler de baja velocidad.



**Anexo 6.** Estereomicroscopio adaptado al computador.



**Anexo 7.** Corbatines con rojo alizarina