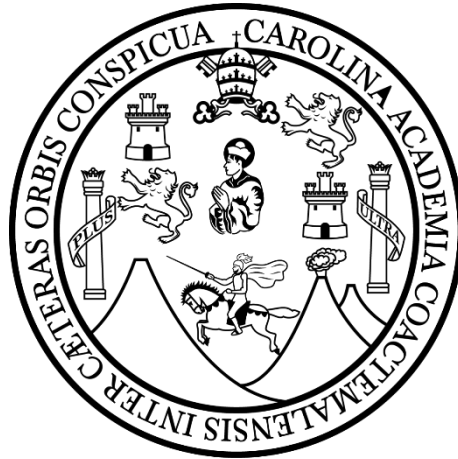


**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro de Estudios Del Mar y Acuicultura**  
**Departamento de Estudios de Postgrado**  
**Maestría en Ciencias Marinas y Costeras**



**Caracterización de la pesquería de elasmobranquios e identificación de áreas  
de crianza potenciales en dos comunidades del Pacífico de Guatemala**

**Lic. Christopher Giovanni Avalos Castillo**

**Guatemala, febrero de 2019**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro de Estudios del Mar y Acuicultura**

**Consejo Directivo**

Presidente	Dra. Juana Lorena Boix Morán
Secretario	Dr. Pedro Julio García Chacón
Representante Docente	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas	Licda. Liliana Maricruz Maldonado Noriega
Representantes Estudiantiles	Br. Karol Rubí Rivas Díaz Br. Alejandra Raquel Contreras Perdomo

**Consejo Académico de Postgrado**

Presidente	Dra. Juana Lorena Boix Morán Directora CEMA
Secretaria	M.Sc. Irene Franco Arenales Directora de Departamento de Postgrado
Coordinador Maestría Ciencias Marinas y Costeras	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón Coordinador de Programa

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro de Estudios Del Mar y Acuicultura**  
**Departamento de Estudios de Postgrado**  
**Maestría en Ciencias Marinas y Costeras**

**Caracterización de la pesquería de elasmobranquios e identificación de áreas de crianza potenciales en dos comunidades del Pacífico de Guatemala**

Presentada al Consejo Académico de Postgrado de CEMA, Departamento de Estudios de Postgrado en cumplimiento con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- y el Centro de Estudios del Mar, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por:

Lic. Cristopher Giovanni Avalos Castillo

Como requisito para optar al grado académico de:

Maestro en Ciencias

**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Centro de Estudios Del Mar y Acuicultura**  
**Departamento de Estudios de Postgrado**  
**Maestría en Ciencias Marinas y Costeras**

Trabajo presentado por:

---

Lic. Cristopher Giovanny Avalos Castillo

---

Dra. Ana Hacoheñ Domené

Asesora

---

M. Sc. Irene Franco Arenales

Directora del Departamento de Estudios de Postgrado

Inprimase

---

Dra. Juana Lorena Boix Morán

Directora

## **Agradecimientos**

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser mi Alma Mater, una casa de estudios con grandes valores morales y sociales para lograr personas que contribuyan al desarrollo de Guatemala.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por desarrollar los conocimientos y pasión para contribuir a la protección, conservación y manejo de los recursos hidrobiológicos del país.

A mi asesora, Ana Hacoheh por su amistad y acompañarme en cada paso de la elaboración de tesis y compartir sus conocimientos que contribuyeron a realizar un trabajo de calidad.

A Fundación Mundo Azul, por abrirme sus puertas y darme la confianza de desarrollar mi trabajo de tesis en su institución con el mejor profesionalismo posible, en especial a Elisa Areano por confiar en mí persona para ejercerme profesionalmente con su equipo de trabajo.

A las comunidades pesqueras de Las Lisas y Sipacate, por colaborar en la toma de datos y crear vínculos de amistad en mi estancia en las comunidades.

A Rufford Foundation por colaborar financieramente con mi proyecto de tesis.

## **Dedicatoria**

- A Dios Por siempre guiarme por el buen camino, con bendiciones y la luz para encaminarme al éxito.
- A mis padres Yuri Avalos y Patricia Castillo por su inmenso amor, comprensión y apoyo para lograr las metas que me he propuesto. Son las personas más importantes en mi vida y quienes me han enseñado a luchar siempre por lo que deseo.
- A mis hermanos Billy y Dhylan por estar presentes en cada momento de mi vida, siendo aliados y cómplices de travesuras.
- A Alexander Medina Por ser un compañero en esta aventura de vida y tener su apoyo en cada paso que doy.
- A mi familia A cada uno, tíos, primos, sobrinos por tener su apoyo incondicional sin importar las decisiones que decido tomar.
- A mis amigos Por ser los acompañantes en cada aventura, travesía, camino en el que nos lleva la vida, compartiendo momentos de alegría, diversión, estrés, tristeza.
- A mis catedráticos Por sembrar la semilla del conocimiento para poder contribuir al desarrollo del país.
- A mis ángeles Que aunque se han adelantado a la siguiente vida, sé que siempre me cuidan y me guían por el mejor camino.

## Resumen

Durante el período de mayo de 2017 a abril de 2018 se realizaron 22 visitas a las comunidades costeras de Las Lisas y Sipacate en el Pacífico de Guatemala. La finalidad de las visitas fue monitorear los desembarques de elasmobranquios por parte de la pesca artesanal. Se registraron un total de 773 elasmobranquios, pertenecientes a 13 especies; siete especies de tiburones y seis especies de rayas. Las cuatro especies de elasmobranquios con mayor incidencia en las capturas fueron la raya látigo *Hypanus longus* (47.48%), el tiburón martillo *Sphyrna lewini* (34.15%), la raya eléctrica *Narcine vermiculatus* (7.37%) y el tiburón mamón *Mustelus lunulatus* (5.82%). Las especies restantes representan menos del 5% de las capturas: tiburón puntas negras *Carcharhinus limbatus*, tiburón gambuzo *Rhizoprionodon longurio*, tiburón tigre *Galeocerdo cuvier*, tiburón toro *Carcharhinus leucas*, tiburón punta de zapato *Nasolamia velox*, raya látigo *Hypanus* spp., raya gavián moteada *Aetobatus laticeps*, raya tarro *Styracura pacifica*, y raya gavián *Rhinoptera steindachneri*. Además para la captura de elasmobranquios en el área de estudio se determinó el uso de dos artes de pesca: trasmallo y cimbra. En el caso del trasmallo, se calculó una captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de 0.542 ind/hora y 0.180 ind/hora para Las Lisas y para Sipacate, respectivamente. En el caso de la cimbra, se calculó un valor de CPUE de 0.034 ind/1000 anz/hora y de 0.010 ind/1000 anz/hora en Las Lisas y Sipacate respectivamente. Finalmente, este estudio confirmó la presencia de áreas de crianza en el Pacífico de Guatemala para la especie de tiburón martillo *S. lewini*; 98.86% de los individuos de *S. lewini* registrados se encuentran dentro de la clase de edad definida como neonatos y juveniles del año. El monitoreo de desembarques registró que la mayor incidencia de captura de neonatos y juveniles del año ocurre durante los meses de lluvia, entre mayo a septiembre.

*Palabras clave: elasmobranquios, pesca artesanal, pesca incidental, Sphyrna lewini, Hypanus longus.*

## Abstract

During the period of May 2017 through April 2018, 22 visits were made to the coastal communities of Las Lisas and Sipacate in the Pacific of Guatemala. The purpose of the visits were to monitor the landings of elasmobranchs by artisanal fisheries. A total of 773 elasmobranchs were recorded, recording a total of 13 species; seven species of sharks and six species of rays. The four species of elasmobranchs with the highest incidence in catches were the whiptail ray *Hypanus longus* (47.48%), the scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* (34.15%), the electric ray *Narcine vermiculatus* (7.37%) and the sicklefin smoothhound shark *Mustelus lunulatus* (5.82%). The remaining species account for less than 5% of the captures: blacktip shark *Carcharhinus limbatus*, long-tailed shark *Rhizoprionodon longurio*, tiger shark *Galeocerdo cuvier*, bull shark *Carcharhinus leucas*, shoe-tip shark *Nasolamia velox*, whiptail ray *Hypanus* spp., mottled ray-tailed stripe *Aetobatus laticeps*, stripe jar *Styracura pacifica*, and stripe sparrowhawk, *Rhinoptera steindachneri*. In addition, we registered the use of two fishing gears for the capture of elasmobranchs in the study area: trammel nets and longlines. For trammel nets, a catch per unit of effort (CPUE) of 0.542 Ind/hour and 0.180 ind/hour was calculated for Las Lisas and Sipacate, respectively. For longlines, a CPUE value of 0.034 ind/1000hooks/hour and 0.010 ind/1000hooks/hour was calculated in Las Lisas and Sipacate respectively. Finally, this study confirmed the presence of nursery areas in the Pacific of Guatemala for *S. lewini*; 98.86% of registered individuals are within the age class defined as neonates and young of the year. Also, landings monitoring recorded that the highest incidence of neonatal and young of the year occurs during the rainy months, from May to September.

*Key words: elasmobranchs, artisanal fishing, bycatch, Sphyrna lewini, Hypanus longus.*

## Índice de contenido

<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Marco teórico y estado del arte</b>	5
2.1. Marco teórico	5
2.1.1. Clase Chondrichthyes	5
2.1.2. Ecología	5
2.1.3. Alimentación	6
2.1.4. Reproducción	7
2.1.5. Zonas de crianza de elasmobranquios	8
2.1.6. Los peces cartilagosos como recurso pesquero	8
2.2. Estado del arte	9
<b>3. Objetivos</b>	11
<b>4. Materiales y métodos</b>	12
4.1. Área de estudio	12
4.2. Tipo de investigación	13
4.3. Métodos	13
4.3.1. Monitoreo de desembarques	13
4.3.2. Muestreo y selección de la muestra	14
<b>5. Resultados</b>	15
5.1. Evaluación biológica de las capturas	15
5.1.1. Las Lisas	15
5.1.2. Sipacate	21
5.2. Evaluación de captura por unidad de esfuerzo	30
5.2.1. Las Lisas	31

5.2.2. Sipacate	32
5.3. Potenciales zonas de crianza	34
<b>6. Discusión de resultados</b>	<b>37</b>
<b>7. Conclusiones</b>	<b>43</b>
<b>8. Recomendaciones</b>	<b>44</b>
<b>9. Referencias bibliográficas</b>	<b>45</b>

## Índice de figuras

Figura 1.	<i>Área de estudio en el cual se puede observar la ubicación de las comunidades donde se realizó el monitoreo de elasmobranquios: Las Lisas y Sipacate.</i>	13
Figura 2.	<i>Frecuencia de la captura de elasmobranquios registrados, durante mayo de 2017 a abril de 2018, en la comunidad costera de las Lisas.</i>	17
Figura 3.	<i>Captura de elasmobranquios por arte de pesca en la comunidad de Las Lisas.</i>	18
Figura 4.	<i>Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de <i>Sphyrna lewini</i> capturados en Las Lisas.</i>	19
Figura 5.	<i>Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de <i>Hypanus longus</i> capturados en Las Lisas.</i>	20
Figura 6.	<i>Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de <i>Narcine vermiculatus</i> capturados en Las Lisas.</i>	21
Figura 7.	<i>Frecuencia de la captura de elasmobranquios durante mayo de 2017 a abril de 2018 en la comunidad costera de Sipacate</i>	24
Figura 8.	<i>Captura de elasmobranquios por arte de pesca en la comunidad de Sipacate.</i>	25
Figura 9.	<i>Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de <i>Sphyrna lewini</i> capturados en Sipacate.</i>	26
Figura 10.	<i>Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de <i>Hypanus longus</i> capturados en Sipacate.</i>	27
Figura 11.	<i>Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de <i>Hypanus spp.</i>, capturados en Sipacate.</i>	28
Figura 12.	<i>Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de <i>Rhizoprionodon longurio</i> capturados en Sipacate.</i>	29
Figura 13.	<i>CPUE de las faenas de pesca con trasmallo en la comunidad de Las Lisas durante el periodo de estudio.</i>	32

Figura 14.	<i>CPUE de las faenas de pesca utilizando cimbra en la comunidad de Las Lisas durante el período de estudio, utilizando el esfuerzo de hora efectiva de pesca y cada 1000 anzuelos.</i>	33
Figura 15.	<i>CPUE de las faenas de pesca con trasmallo en la comunidad de Sipacate durante el periodo de muestreo.</i>	34
Figura 16.	<i>CPUE de las faenas de pesca utilizando cimbra en la comunidad de Sipacate durante el periodo de estudio, utilizando el esfuerzo de hora efectiva de pesca y cada 1000 anzuelos.</i>	35
Figura 17.	<i>Área de estudio que muestra las zonas de pesca de las comunidades de Las Lisas y Sipacate.</i>	36
Figura 18.	<i>Frecuencia de la captura de neonatos de <i>Sphyrna lewini</i> en el área de estudio, durante mayo de 2017 a abril de 2018.</i>	37

## Índice de tablas

Tabla 1.	<i>Especies de elasmobranquios capturados en la comunidad de Las Lisas</i>	16
Tabla 2.	<i>Número de organismos capturados (n), por especie de elasmobranquio, según a las artes de pesca, en Las Lisas.</i>	18
Tabla 3.	<i>Especies de elasmobranquios capturados en la comunidad de Sipacate.</i>	23
Tabla 4.	<i>Número de organismos capturados (n), por especie de elasmobranquio, según a las arte de pesca y en centros acopios, en Sipacate.</i>	25

## 1. Introducción

Alrededor de los años ochenta, los tiburones y rayas eran capturados de forma incidental en la pesca de grandes peces pelágicos y, debido a su bajo valor comercial, eran liberados (Barker, & Schluessel, 2005). Sin embargo, este patrón ha ido cambiando al aumentar la comercialización de su carne y por el incremento en la demanda, principalmente de aletas de tiburón, en el mercado asiático (Baker, & Schluessel, 2005; Ebert, Fowler, & Compagno, 2013; Kitchell, Essington, Boggs, Sxhindelr, & Walters, 2002; Walker, 1998).

Los elasmobranquios (tiburones y rayas) son considerados especies vulnerables a la sobreexplotación por las características de su ciclo de vida. La mayoría de las especies presentan un lento crecimiento, madurez tardía y baja fecundidad; adicionalmente, incluso bajo circunstancias ideales, la tasa de crecimiento de las poblaciones es baja. Estos factores hacen difícil que las poblaciones de tiburones y rayas resistan a la presión pesquera (Castro, Woodley, & Brudek, 1999; Kulka, Musick, Pawson, & Walker, 2005; Lewison, Crowder, Read, & Freeman, 2004). A nivel de especie, la pesca puede alterar la estructura de tallas y los parámetros de la población en respuesta a cambios en la abundancia (Stevens, Bonfil, Dulvy, & Walker, 2000).

Los tiburones y rayas tienen amplia distribución en diversos ecosistemas marinos y costeros (Carrier, Musick, & Heithaus, 2010). Algunas especies realizan todo su ciclo de vida en un solo hábitat, mientras otras especies hacen uso de distintos hábitats a lo largo de las distintas etapas de vida (reproducción, crianza, alimentación) (Carrier et al., 2010; Zanella, López, & Arauz, 2009). Como consecuencia, estas poblaciones están siendo impactadas por las distintas artes de pesca utilizadas en las pesquerías. Por ejemplo, en la zona costera, algunos juveniles y adultos son vulnerables a redes de enmalle (trasmallo) y líneas de fondo de pescadores artesanales, además de redes de arrastre de embarcaciones camaroneras semi-industriales, en aguas oceánicas, los adultos son capturados principalmente por líneas largas de flote o palangres pelágicos (López, Arauz, Zanella, & Le Foulge, 2009).

Por otro lado, un factor que contribuye al bajo manejo de las pesquerías de tiburones y rayas es que pocos países poseen registros reales y consistentes de las pesquerías dirigidas a estas especies.

Adicionalmente, se calcula que alrededor del 50% de las capturas globales estimadas de Condriictios son dadas por capturas incidentales, las cuales, cuando existen, no aparecen en las estadísticas oficiales de las pesquerías (Stevens et al., 2000). En el año 2003, se tiene registro que las capturas de tiburones alcanzaron un pico, al llegar a 900,000 toneladas, disminuyendo luego a 780,000 toneladas para el año 2007 (Lack, & Sant, 2009). El mayor problema con estos datos es que aproximadamente el 80% de los registros son agrupados en nombres genéricos (i.e. tiburones, rayas) y solo el 20% son registros a nivel específico (Lack, & Sant, 2009).

Internacionalmente, en los años noventa, inició la preocupación por la conservación de estas especies, cuando la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre (CITES) aprobó una resolución, sobre el estado biológico y comercial de los tiburones, en la que se pedía que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), y otras organizaciones internacionales de ordenación pesquera, que establecieran programas para compilar y reunir los datos biológicos y comerciales necesarios sobre las especies de tiburones (FAO, 2001). Así, para el 2001, FAO elaboró el Plan de Acción Internacional para la conservación y la ordenación de los tiburones, el cual tiene como objetivo garantizar la conservación y ordenación de los tiburones y su aprovechamiento sostenible a largo plazo. Para lograr el objetivo se tiene asociado tres principios: a) la participación de los estados que contribuyen a la mortalidad por pesca del recurso; b) que las estrategias de ordenación y conservación mantengan la mortalidad por pesca dentro de límites sostenibles; y c) consideraciones nutricionales y socioeconómicas de las regiones donde el recurso toma importancia en tema de ingresos y disponibilidad de alimentos (FAO, 2001).

En el año 2013, en la Conferencia de las Partes-CoP16, se decidió incluir en el apéndice II varias especies de elasmobranquios con alto nivel de explotación pesquera a nivel mundial. Las especies incluidas fueron: el tiburón oceánico *Carcharhinus longimanus* (Poey, 1861), tiburón cailón *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788), tiburón cachona o martillo *Sphyrna lewini* (Griffith, & Smith, 1834), tiburón martillo gigante *Sphyrna mokarran* (Ruppell, 1837), tiburón martillo liso *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) y las mantarrayas del género *Mobula* spp.; esto debido a que son especies con baja fecundidad y se han documentado disminuciones poblacionales históricas debido a la explotación desmesurada (Castillo-Geniz, & Tovar-Ávila, 2016). Además en 2016, en la

reunión CoP17, ingresaron nuevos grupos de elasmobraquios al apéndice II: el tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Muller, & Henle, 1839), los tiburones zorro *Alopias* spp., y todas las especies de rayas *Mobula* spp. En este apéndice se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuya comercialización debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia (CITES, s.f.).

Específicamente en Guatemala, en el año de 2008 se generó el Plan de Acción Nacional para la conservación y ordenación de tiburones en Guatemala (Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura [UNIPESCA], 2008). Este documento reconoce que la pesca de condriictios es una actividad que ha cobrado importancia desde el punto de vista social y económico, derivado de los beneficios de la pesquería como fuente de alimento y empleos. Además, el Plan de Acción Nacional recomienda desarrollar e implementar un programa de investigación del recurso que permita la evaluación de las poblaciones explotadas y que brinde los elementos biológicos, ecológicos, tecnológicos y socioeconómicos para recomendar medidas de regulación de la pesquería (UNIPESCA, 2008).

Una revisión y análisis a la información existente sobre el recurso, en este caso los tiburones y rayas, ha permitido determinar que los estudios, reportes y proyectos sobre las pesquerías de tiburones y rayas en ambos litorales han sido escasos. Específicamente, en el litoral del Pacífico, se tiene registro de estudios realizados en los años 2006 y 2007 (Ixquiac-Cabrera, Franco-Arenales, Tejeda-Velásquez, Sánchez-Rodas, & Sikahall-Prado, 2009). Estos estudios identificaron que las especies de mayor captura son el tiburón sedoso *C. falciformis*, y el tiburón martillo *S. lewini*, adicional a otras 13 especies de tiburones capturados. Con respecto a los batoideos, según Ixquiac-Cabrera y colaboradores (2010), las principales especies capturadas son *Dasyatis* spp., actualmente modificada a *Hypanus* spp.

Así surge la necesidad de realizar un estudio, que permita actualizar la información ya existente referente a las capturas de Condriictios en el Pacífico de Guatemala. Se seleccionaron las comunidades de Las Lisas, Santa Rosa y en Sipacate, Escuintla por su importancia en la pesca incidental del recurso tiburón y raya (Ixquiac-Cabrera et al., 2009). Sin embargo, existen otras

comunidades con importante actividad pesquera que deben ser evaluadas para conocer el estado de explotación actual de las especies de condriictios capturadas.

Por lo que el objetivo de este estudio es caracterizar y actualizar la información existente referente a la pesquería de elasmobranquios en las comunidades costeras de Las Lisas y Sipacate, aportando información de diversidad, composición de tallas y conocer las posibles variaciones espacio temporal de las especies capturadas, estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para la captura de elasmobranquios, así como identificar posibles áreas de crianza para estas especies en la costa Pacífico de Guatemala.

El contar con registro de datos morfométricos de las distintas especies que conforman las capturas, datos de las artes de pesca utilizada, registrar los valores CPUE y la identificación de áreas de crianza potenciales serán de gran utilidad para proponer medidas de ordenación, que contribuyan a un aprovechamiento sustentable del recurso.

## 2. Marco teórico y estado del arte

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Clase Chondrichthyes

Esta clase está dividida en dos grupos mayores, la subclase Neoselachii, la que es subdividida en dos cohortes, la Selachii (tiburones) y la Batoidea (rayas), y la subclase Holocephalii, que incluye a todas las quimeras. La Selachii es subdividida en dos superórdenes: a) Squalomorphii, que incluye a los órdenes Hexanchiformes, Squaliformes, Squatiformes y Pristiophoriformes, y b) Galeomorphii, que incluye los órdenes Heterodontiformes, Orectolobiformes, Lamniformes y Carcharhiniformes. El cohorte Batoidea contiene cuatro órdenes: Torpediniformes, Pristiformes, Rajiformes y Myliobatiformes (Carrier, Musick, & Heithaus, 2010). Actualmente se tiene registro de alrededor de 500 especies de tiburones, 640 especies de rayas y 50 especies de quimeras (Ebert, Fowler, & Dando, 2015).

En cuanto a la anatomía de los elasmobranquios, este grupo presenta un cuerpo muy hidrodinámico, sostenido por un esqueleto cartilaginoso; poseen aletas rígidas, piel áspera con escamas placoides y potentes mandíbulas provistas de una interminable provisión de dientes trituradores que no están fusionados a la mandíbula, los cuales son constantemente reemplazados cuando se caen. Además, no poseen opérculo, por lo que es necesario que naden para mantener el flujo de agua a través de las branquias. Tampoco tienen vejiga natatoria; en su lugar poseen un hígado con altas concentraciones de lípidos que facilita su flotación en la columna de agua (Ebert et al., 2015).

#### 2.1.2. Ecología

Los Condrictios son especies cosmopolitas que habitan predominantemente los ecosistemas marinos. Carrier, Musick, y Heithaus (2010) dividen a estos organismos de acuerdo al hábitat en el que habitan, siendo: a) elasmobranquios oceánicos epipelágicos, b) condrictios de aguas profundas, c) condrictios de mares de altas latitudes y d) elasmobranquios de ecosistemas marinos tropicales.

Según la definición de Carrier y colaboradores (2010), las especies epipelágicas son aquellas con amplia movilidad, que se encuentran en los 200 metros más superficiales de la columna del agua; estas especies oceánicas habitan principalmente cuencas oceánicas lejos de la plataforma continental y masas terrestres, y comprenden alrededor de 2% del total de especies de condriictios identificados. Las especies de aguas profundas habitan la plataforma oceánica, por debajo de los 200 m de profundidad, este grupo está representado por el 46.3% del total de especies. Las zonas de los ecosistemas de altas latitudes pueden dividirse en mares de aguas frías, zona Ártica polar y zona Antártica Polar, las latitudes varían pero en general los mares de aguas frías se encuentran en latitudes entre los 30° y 40° y superior, con aguas polares en latitudes cerca o superiores a los círculos árticos y antárticos, aproximadamente al 66° N y S, respectivamente; en estos hábitats se encuentra aproximadamente el 30.4% de las especies de condriictios descritos. Los ecosistemas marinos tropicales son aquellos con aguas tropicales y tibias, entre latitudes de 0° y 30° aproximadamente, aguas superficiales mayores a 200 m y cercanos a la plataforma continental, en estos hábitats se encuentra cerca del 39% de las especies de condriictios. Cabe mencionar que estas clasificaciones no son estrictamente exclusivas por la amplia movilidad de los organismos.

### 2.1.3. Alimentación

Los hábitos alimentarios y el éxito del depredador están íntimamente relacionados con la estructura dental, siendo esta la forma más marcada de diferenciación de la alimentación de los tiburones (Ebert et al., 2013). Por ejemplo, las especies bentónicas tienen dientes planos triangulares con bordes afilados y serrados, modificados para triturar y cortar a sus presas (crustáceos y moluscos), Mientras que las especies pelágicas poseen dientes largos, estrechos y con borde liso son para sujetar y tragar presas enteras. Debido al mordisco tan potente de los tiburones los dientes, los cuales se encuentran anclados en una capa de tejido llamado epitelio basal, se despuntan y se rompen, siendo capaces de renovarlos continuamente a lo largo de toda su vida (Ebert et al., 2015).

Los elasmobranquios, generalmente ocupan altos niveles tróficos. Los tiburones normalmente se encuentran en el tercer orden de consumidores (arriba del cuarto nivel trófico), con algunas notables excepciones siendo consumidores menores, como el tiburón ballena, el cual se alimenta principalmente de zooplancton (Carrier et al., 2010). En cuanto a las rayas, estas ocupan niveles

tróficos ligeramente menores a los tiburones, pero al igual que los tiburones, tienden a incrementar de nivel conforme aumentan de talla (Carrier et al., 2010).

Al ser depredadores, los tiburones y rayas, contribuyen al balance poblacional de las especies que forman parte de su alimentación, incluidos peces, crustáceos, moluscos e incluso zooplancton (Carrier et al., 2010). Esta interacción causa un efecto de cascada, en la cual el depredador tope reduce el tamaño de la población o densidad de la presa (un mesoconsumidor), lo que lleva a un incremento de la población de las “especies recurso” de las cuales se alimenta el mesoconsumidor (Ebert, Fowler, & Compagno, 2013).

#### 2.1.4. Reproducción

La estrategia reproductiva de los condriictios tiene mayor similitud con mamíferos y aves que con la mayoría de peces óseos. Los elasmobranquios realizan fertilización interna y producen un pequeño número de crías desarrolladas, con altas tasas de sobrevivencia. La diferencia entre los Condriictios y mamíferos está en que las crías de los condriictios nacen completamente desarrollados y una vez nacidos, no necesitan cuidados de los padres (Ebert et al., 2013).

Alrededor del 40% de los tiburones son ovíparos, en este caso las hembras depositan los huevos casi inmediatamente posterior a ser fertilizados, los cuales son protegidos por una desarrollada y gruesa cápsula que es anclada a lechos marinos. El resto de tiburones son vivíparos, diferenciándose dos tipos, el primero, conocido como viviparismo aplacentario, en el cual los embriones son retenidos dentro de la madre durante su desarrollo, sin existir conexión placentaria entre la madre y el embrión y los nutrientes son aportados por reservas del mismo embrión en tipo de vitelo. La segunda forma están unidos placentariamente y reciben la nutrición directa de la madre a través de un cordón umbilical (Carrera-Fernández, 2014; Ebert et al., 2013).

Las rayas comparten los tipos de reproducción de oviparismo y viviparismo, pero adicionalmente se reconoce un tipo de desarrollo exclusivo conocido como trofonemata, en el que el útero de la hembra está modificado con vellosidades, las cuales secretan una sustancia blanquecina y viscosa

(conocida como leche uterina) la cual aporta nutrientes al embrión durante desarrollo (Carrera-Fernández, 2014).

#### 2.1.5. Zonas de crianza de elasmobranquios

El término “áreas de crianza” se introdujo a principio de los años de 1990 y ha sido aceptado como un aspecto de la biología y comportamiento de los elasmobranquios. Castro (1993), menciona que un área de crianza se define por la presencia de hembras grávidas con embriones en etapas tardías de desarrollo (próximos a la expulsión), y la presencia de neonatos e individuos juveniles en las capturas. Sin embargo, anteriormente no existía una descripción clara de lo que constituye un área de crianza. Heupel, Carlson, y Simpfendorfer (2007) establecen que para que una zona de crianza sea definida como tal, los neonatos y juveniles del año: 1) son encontrados más comúnmente en estas áreas que en otras áreas; 2) se presenta tendencia de los tiburones de estas clases de edad por permanecer o regresar al área por extensos periodos de tiempo; y 3) el área o hábitat es usado repetidamente por estas clases de edad a lo largo de los años.

Las fases del ciclo de vida de algunos elasmobranquios pueden ser identificadas con características morfológicas externas. Por ejemplo, en los neonatos, los organismos presentan cicatriz umbilical aún abierta, juveniles del año presentan la cicatriz umbilical parcialmente cerrada y los juveniles son los organismos que no presentan cicatriz umbilical, pero que aún no han alcanzado la madurez sexual (Heupel et al., 2007; Parsos, & Hoffmayer, 2007).

#### 2.1.6. Los peces cartilaginosos como recurso pesquero

El consumo de productos de elasmobranquios se ha desarrollado por varios cientos de años, pero en las más recientes décadas, la demanda se ha incrementado creando un mercado global. Las flotas pesqueras y artesanales suplen los mercados tradicionales asiáticos de aletas de tiburón (incluidas aletas de rayas), mientras que la carne es utilizada cada vez en mayor cantidad para consumo en diversos países (i.e. Brazil, Ecuador, Estados Unidos, México, etc) (Dent, & Clarke, 2015).

Las estadísticas oficiales de FAO calculan un valor total de las aletas importadas declaradas en USD 377.9 millones por año, con un volumen anual importado de 16,815 toneladas (t) (FAO,

2011; 2014). En cuanto a las importaciones globales de carne de tiburón y raya, se ha reportado que el volumen total es de 107, 145 t con un valor de USD 239.9 millones por año (Dent, & Clarke, 2015).

## 2.2. Estado del arte

Los trabajos relacionados a elasmobranquios en el Pacífico de Guatemala son escasos. El primer caso reportado es un caso de estudio presentado por FAO con datos de la entonces Unidad de Ejecución Especial de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Ruíz-Alvarado, & Mijangos-López, 1999). En este estudio se menciona que las cinco principales especies de captura en el Pacífico son *C. falciformis*, *Nasolamia velox*, *Carcharhinus limbatus*, *S. lewini* y *Alopias pelagicus*; indicando que *C. falciformis* es la especie que sostiene la pesquería de tiburones en el área, debido a su aparente abundancia en las capturas y alta calidad de la carne. Este reporte también menciona que los principales países a los cuales se exportan los productos de tiburón, principalmente aletas, son México y Estados Unidos (Ruíz-Alvarado, & Mijangos-López, 1999).

Por otro lado, Pacas (1998), a partir de un proyecto de tesis de graduación del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, estudió el ciclo biológico del tiburón blanco, *C. falciformis*, procedente de las capturas de la flota artesanal del Pacífico de Guatemala durante el año 1998. Los resultados mostraron que la composición de las capturas estuvo constituida en un 63% por organismos juveniles, y se calculó una talla de primera madurez de 175 cm de longitud total (LT), tanto para machos y hembras.

El siguiente reporte corresponde a la evaluación del potencial de explotación del recurso tiburón en las costas del Pacífico de Guatemala (Ruiz-Alvarado, & Ixquiac-Cabrera, 2000). En este trabajo los autores realizaron una caracterización general de la pesquería. Los resultados, muestran datos de tipos de embarcación, artes de pesca y composición de las capturas en tres puntos de desembarque de la costa (Puerto San José, Champerico y Buena Vista). Se menciona que existen 15 especies que inciden en la pesca artesanal y de altura, pero *C. falciformis* es la de mayor abundancia. Este estudio también menciona que las capturas de tiburones en el área están representada, principalmente, por organismos juveniles.

El proyecto FODECYT No 13-2006 (Ixquiac-Cabrera et al. 2009), identificó las áreas de crianza de tiburones en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala, a través de un muestreo de desembarques en los años de 2006 y 2007. Este estudio se centró principalmente en la especie *Sphyrna lewini*, e identificó tres áreas principales: una frente a la comunidad de Las Lisas, otra enfrente de la comunidad de Tulate y la última en la zona externa, entre Champerico y Tilapa. Los autores, mencionan que las dimensiones y temporalidad de las áreas, y la forma en que estas son utilizadas por los tiburones no han sido estudiadas a profundidad. Finalmente, este reporte menciona que el periodo de mayor abundancia de las capturas de neonatos y juveniles fue en los meses de junio a agosto, asociado posiblemente a los meses de lluvias.

La primera investigación realizada con batoideos en el Pacífico, fue realizada por Ixquiac-Cabrera, Franco-Arenales, Lemus, Méndez, & López-Roulet (2010), quienes identificaron las principales especies de batoideos en el área, con base en la abundancia de la captura de las mismas y determinaron la distribución espacial de batoideos en el área. Dentro de los resultados presentados en el estudio, se menciona que al menos 15 especies de rayas son capturadas por la pesca artesanal principalmente. Finalmente, los autores mencionan que las especies que conforman principalmente los desembarques son: *Rhinoptera steindachneri* (Evermann & Jenkins, 1892) *Dasyatis brevis* (Garman, 1879) y *Dasyatis longus* (Garman, 1880).

La última investigación de la que se tiene conocimiento es la realizada por Calderón-Solís (2014), quien realizó una caracterización de la captura de tiburones y rayas en la costa este del Pacífico de Guatemala. Este trabajo reporta 29 especies de elasmobranquios y menciona que las especies, de mayor abundancia en las capturas están representada por tiburones del género *Sphyrna* y rayas del género *Dasyatis*, actualmente clasificadas como género *Hypanus*.

### 3. Objetivos

- Objetivo general

Caracterizar la pesquería e identificar áreas de crianza potenciales de elasmobranquios en el Pacífico de Guatemala

- Objetivos específicos

Aportar información biológica sobre diversidad, composición de tallas y posibles variaciones espacio-temporal de las principales especies de elasmobranquios capturados en el área de estudio.

Estimar la captura por unidad de esfuerzo para las principales artes de pesca usadas para la captura de elasmobranquios en el área de estudio.

Determinar la existencia de áreas de crianza con base en la presencia de neonatos y juveniles en dos localidades del Pacífico de Guatemala.

## 4. Materiales y métodos

### 4.1. Área de estudio

La investigación se realizó en dos comunidades del Pacífico de Guatemala: a) la aldea Las Lisas (N 13° 48' 03'', O 90° 15' 11''), ubicada en el municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa y b) Sipacate (N 13°55'12'', W 91°15'11''), municipio ubicado en el departamento de Escuintla (Figura 1).

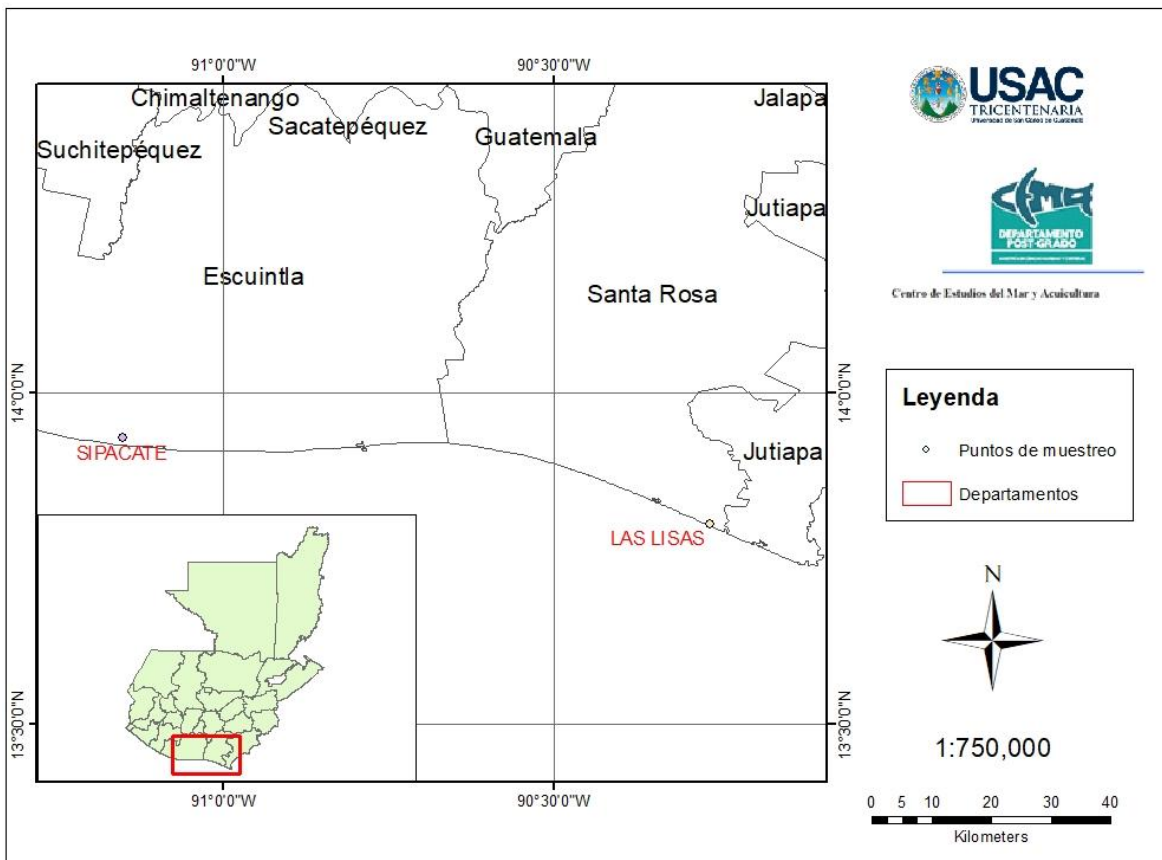


Figura 1. Área de estudio en el cual se puede observar la ubicación de las comunidades donde se realizó el monitoreo de elasmobranquios: Las Lisas y Sipacate.

## 4.2. Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque estadístico mixto, que mezcla datos cuantitativos con datos cualitativos de la pesquería a evaluar. Así mismo, tiene un alcance descriptivo de la situación de la pesca incidental y dirigida de elasmobranquios en dos comunidades del Pacífico de Guatemala.

## 4.3. Métodos

### 4.3.1. Monitoreo de desembarques

El monitoreo de desembarques se realizó con base al Manual de Monitoreo de Tiburones y Rayas para Técnicos Pesqueros y Pescadores (Hacohen-Domené, Pacay, Polanco-Vásquez, & Ortiz, 2016). Para la identificación de especies de rayas y tiburones se utilizaron las siguientes guías de identificación: Cantú, (s.f); Compagno (2002); Ebert, Fowler, & Compagno (2013); Martínez-Ortiz, (2010)

#### 4.3.1.1. Datos morfométricos

Durante los desembarques se tomó la mayor cantidad de medidas morfométricas posible. En el caso de los tiburones, las medidas morfométricas que se tomaron fueron: longitud total (LT), longitud furcal (LF) y longitud precaudal (LP). En caso de ser machos, se midió la longitud del cláspes (LC). En el caso de los batoideos, las medidas morfométricas que se recolectaron fueron: ancho de disco (AD), largo de disco (LD) y longitud total (LT). En caso de ser machos, se midió la longitud del cláspes (LC).

#### 4.3.1.2. Datos reproductivos

En el caso de las hembras, se registró la presencia de cicatrices, resultado de comportamiento reproductivo, en el área bajo el abdomen. Asimismo se registró si estaban grávidas y en caso afirmativo, se registró el número de embriones y proporción sexual de los embriones. Para machos, se examinó la calcificación del cláspes y la rotación del mismo con la finalidad de determinar madurez sexual.

#### 4.3.2. Muestreo y selección de la muestra

Se realizó un muestreo de manera quincenal, durante el cual se dedicaron 2 días de muestreo en cada una de las áreas seleccionadas. Se seleccionaron las comunidades de Las Lisas y Sipacate por ser parte de las principales áreas de pesca en el Pacífico de Guatemala y han formado parte de las evaluaciones de elasmobranquios en estudios anteriores, en donde los pescadores son muy colaborativos para contribuir con la generación de datos de capturas.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue estimada a través de datos de la mayor cantidad de lanchas posibles durante los días de muestreo. Para ello se registró el número de tiburones y rayas capturados, número de artes de pesca por embarcación y dimensiones. Luego, se registraron datos morfométricos de los elasmobranquios desembarcados por los pescadores.

## 5. Resultados

### 5.1. Evaluación biológica de las capturas

#### 5.1.1. Las Lisas

En el período de mayo de 2017 a abril de 2018 se realizaron 22 visitas a la comunidad de Las Lisas, Santa Rosa. Durante estas visitas se llevó a cabo el monitoreo de los desembarques de elasmobranquios por parte de la pesca artesanal.

En total, se registraron medidas morfométricas de 360 elasmobranquios. Se identificaron dos especies de tiburón: el tiburón martillo *Sphyrna lewini* (n=165) y tiburón tigre *Galeocerdo cuvier* (n=1). También se identificaron cuatro especies de rayas: la raya látigo *Hypanus longus* (n=133), raya eléctrica *Narcine vermiculatus* (n=57), raya gavilán *Aetobatus laticeps* (2) y la raya látigo *Hypanus* spp. (n=2) (Tabla 1).

Tabla 1.

*Especies de elasmobranquios capturados en la comunidad de Las Lisas*

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith y Smith, 1834)
	Carcharhinidae	<i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron y Lesueur, 1822)
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Hypanus longus</i> (Garman, 1880) <i>Hypanus</i> spp. (Garman, 1880)
	Aetobatidae	<i>Aetobatus laticeps</i> (Gill, 1865)
	Narcinidae	<i>Narcine vermiculatus</i> (Breder, 1928)

Durante el periodo de muestreo, la especie más frecuente en las capturas fue la raya látigo *H. longus* (47.48%), la cual se registró que se presentó en la mayoría de meses de muestreo, seguida por el tiburón martillo *S. lewini* (34.15%) registrada principalmente presente en los meses de mayo

a octubre. La especies menos frecuentes fueron el tiburón toro *C. leucas* (0.13%), el tiburón tigre *G. cuvier* (0.13%) y la raya gavilán *R. steindachneri* (0.13%) (Figura 2).

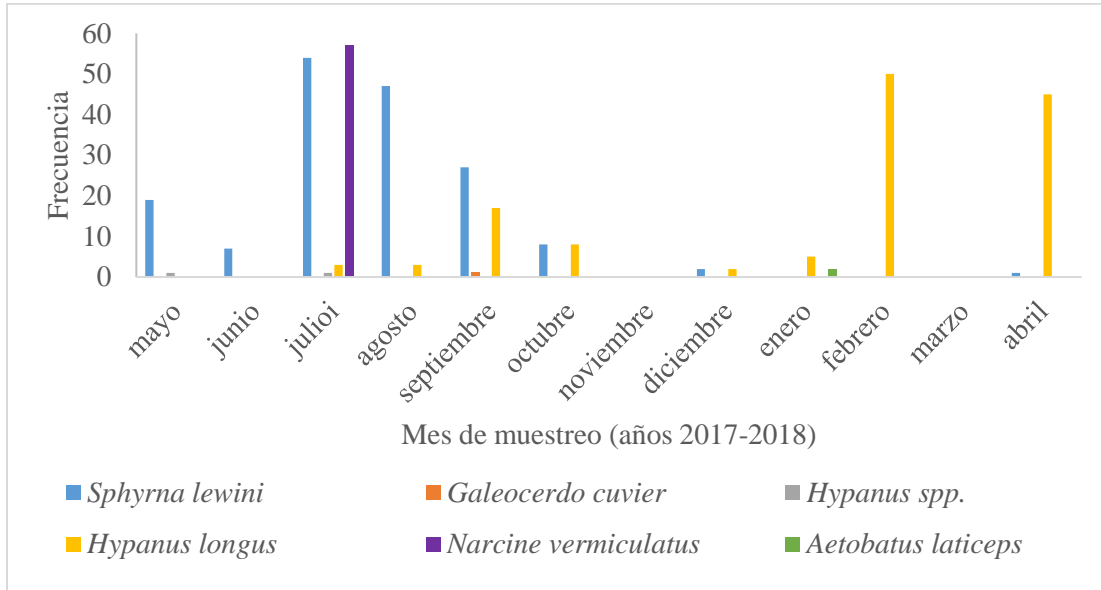


Figura 2. Frecuencia de la captura de elasmobranquios registrados, durante mayo de 2017 a abril de 2018, en la comunidad costera de las Lisas.

La pesquería de elasmobranquios en esta área es incidental, resultado de la actividad de la pesca de escama, utilizando principalmente trasmallos y cimbras. También se registró desembarques de elasmobranquios por parte de los barcos de pesca de camarón con redes de arrastre.

En la pesca artesanal con trasmallo se capturaron principalmente individuos de tiburón martillo *S. lewini*. Por otro lado, por medio de cimbra las mayores capturas se dieron de raya látigo *H. longus*. Mientras que por parte de la pesca de camarón de arrastre la principal especie de elasmobranquio desembarcada fue la raya eléctrica *N. vermiculatus* (Figura 3 y Tabla 2).

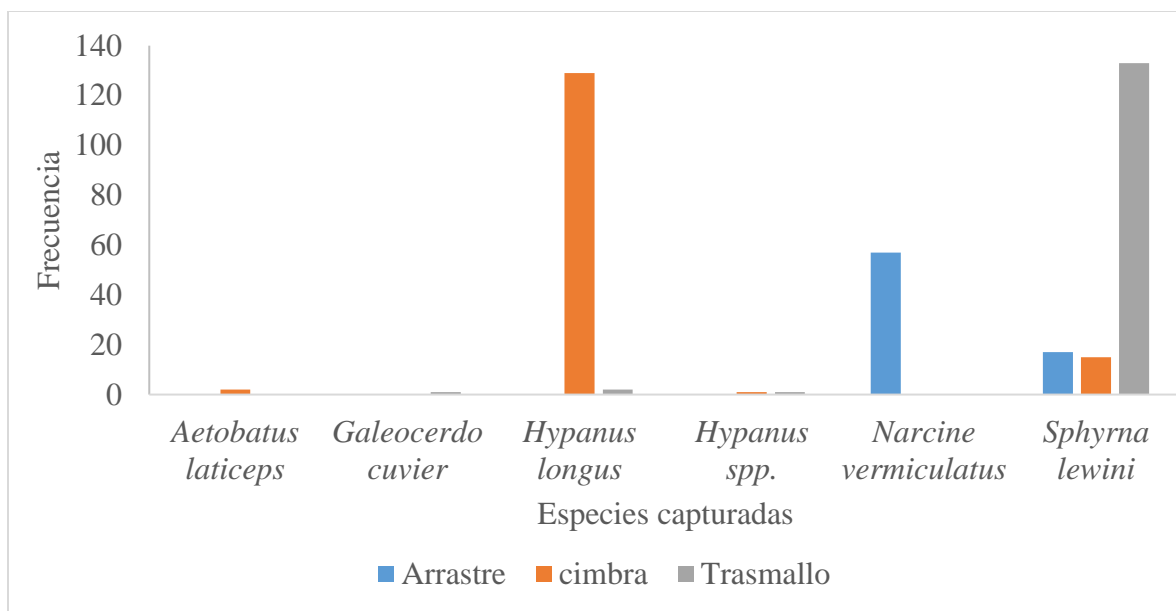


Figura 3. Captura de elasmobranquios por arte de pesca en la comunidad de Las Lisas.

Tabla 2.

Número de organismos capturados (n), por especie de elasmobranquio, según a las artes de pesca, en Las Lisas.

<b>Especie</b>	<b>Trasmallo (n)</b>	<b>Cimbra (n)</b>	<b>red de arrastre (n)</b>
<i>Sphyrna lewini</i>	133	15	17
<i>Galeocerdo cuvier</i>	1	0	0
<i>Hypanus longus</i>	1	129	0
<i>Hypanus spp.</i>	2	1	0
<i>Aetobatus laticeps</i>	0	2	0
<i>Narcine vermiculatus</i>	0	0	57

- Información biológica por especie

*Sphyrna lewini*

La composición de tallas de machos capturados en Las Lisas (n=70) presentó un rango de tallas de 36 a 204 cm de longitud total (LT), con una media de 52.35 cm  $\pm$  19.17 cm LT. Las hembras (n=95) presentaron un rango de tallas de 37 a 277 cm LT, con una media de 54.99 cm  $\pm$  31.72 cm LT. Zanela y López-Garro (2014), en Costa Rica, reportan que *S. lewini* se encuentra sexualmente maduro a los 170 cm LT, en el caso de los macho y a los 190 cm LT en las hembras. De acuerdo a la talla de primera madurez reportada por estos autores, únicamente un macho y dos hembras se encontraban sexualmente maduros al momento de la captura. Además, en el caso de las hembras de mayor talla, en ambas se registró la presencia de embriones (Figura 4).

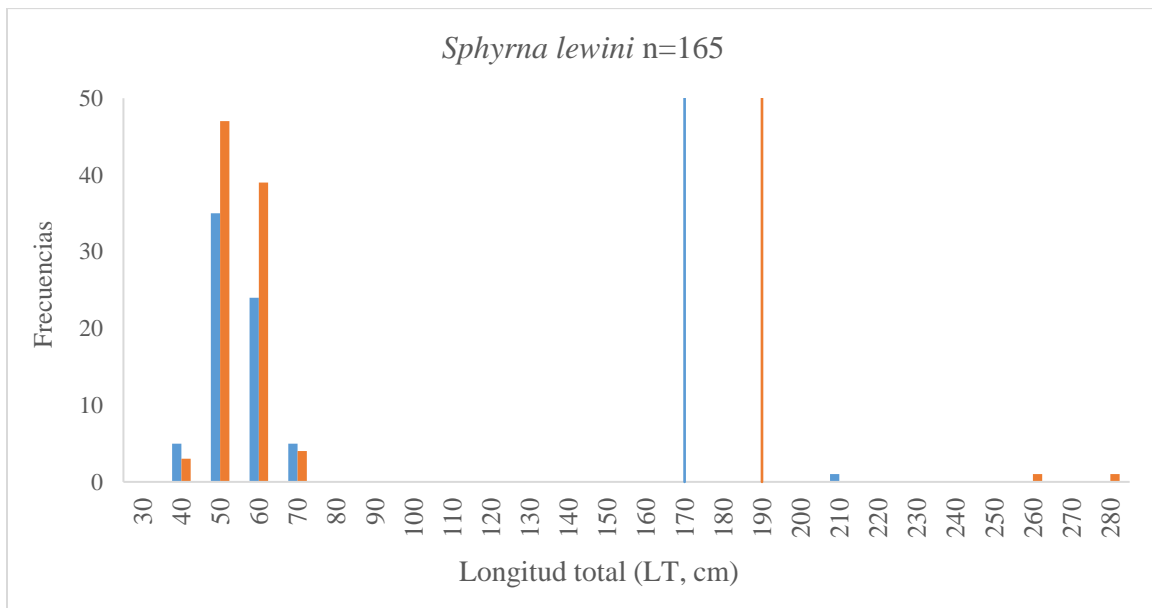


Figura 4. Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de *Sphyrna lewini* capturados en Las Lisas. Las hembras están representadas por las columnas anaranjadas y los machos por las columnas azules. Las líneas anaranjadas y azul indican la talla de primera madurez para hembras y machos respectivamente, de acuerdo a: Zanela y López-Garro (2014).

### *Hypanus longus*

Las composición de tallas de rayas machos (n=47), presentó un rango de tallas de 52 a 95 cm de ancho de disco (AD), con una media de 77.88 cm  $\pm$  9.78 cm AD. Por otro lado, la composición de tallas de hembras (n=48) presentó un rango de tallas de 22 a 126 cm AD, con una media de 83.67  $\pm$  20.30 cm AD. También de esta especie se obtuvo datos de organismos desembarcados sin aleta pelvica, por lo cual no se pudo identificar el sexo de este grupo de organismos (n=38) se obtuvo un rango de tallas de 57 a 116 cm AD, con un promedio de 84.82 cm  $\pm$  9.35 cm AD. Para esta especie se tomó la talla de primera madurez propuesta por López-Garro y Zanella (2014) en Costa Rica, quienes indican que las hembras alcanzan la madurez sexual a los 120 cm AD, mientras que los machos alcanzan la talla de primera madurez a los 92 cm AD. Según este criterio, únicamente tres machos y tres hembras se encontraban sexualmente maduros cuando fueron capturados (Figura 5).

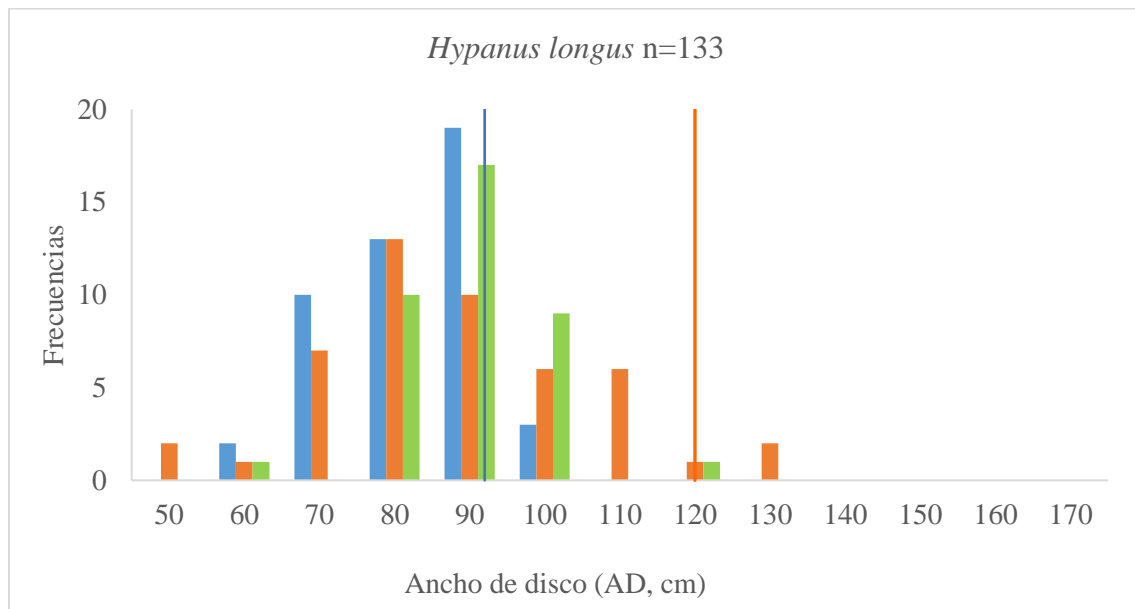


Figura 5. Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de *Hypanus longus* capturados en Las Lisas. Las hembras están representadas por las columnas anaranjadas, los machos por las columnas azules y los individuos sin poder identificar el sexo por columnas verdes. Las líneas anaranjadas y azules indican la talla de primera madurez para hembras y machos respectivamente, de acuerdo a: López-Garro y Zanella (2014).

### *Narcine vermiculatus*

La composición de tallas de machos ( $n=25$ ) capturados presentó un rango de tallas de 14.5 a 19 cm LT, con una media de  $17.54 \text{ cm} \pm 1.22 \text{ cm LT}$ . La composición de tallas de hembras ( $n=32$ ) capturadas presentó un rango de tallas de 6 a 24 cm LT, con una media de  $17.23 \text{ cm} \pm 4.53 \text{ cm LT}$ . Bizarro et al., (2009), indican que tanto machos como hembras alcanzan la talla de primera madurez a los 20 cm de LT. Sin embargo, durante el monitoreo se observaron machos que desde los 17 cm presentaban claspers calcificados y con rotación, lo que da indicios de madurez sexual a partir de esta talla para el área de estudio (Figura 6).

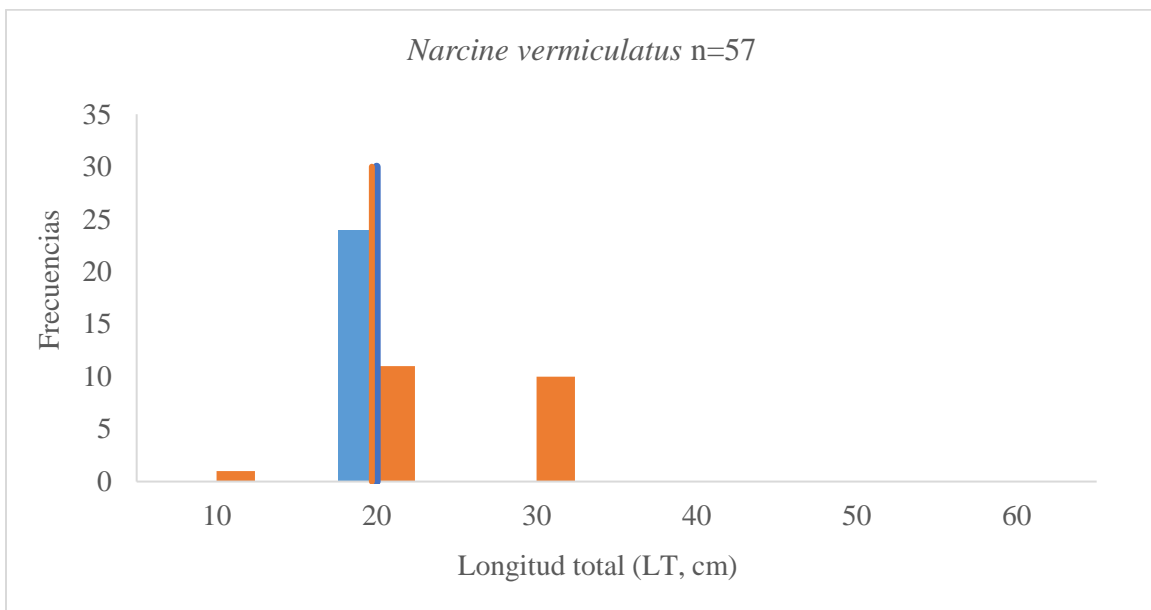


Figura 6. Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de *Narcine vermiculatus* capturados en Las Lisas. Las hembras están representadas por las columnas anaranjadas y los machos por la columna azules. La línea naranja indica la talla de primera madurez para hembras y la línea azul para machos de acuerdo a: Bizarro y colaboradores (2009).

### *Hypanus* spp.

En este caso no fue posible identificar a los organismos a nivel de especie, ya que al momento del registro de los datos no poseían el rasgo distintivo para separar a las distintas especies del género *Hypanus*, la cola; por lo tanto la identificación se realizó a nivel de género. Se registraron dos hembras, con un rango de tallas de 68 y 71 cm AD, con una media de  $69.50 \pm 2.12 \text{ cm AD}$ . Según

López-Garro y Zanella (2014), en Costa Rica, las hembras alcanzan la talla de primera madurez a los 120 cm de AD, por lo tanto ambos individuos eran sexualmente inmaduros.

#### *Aetobatus laticeps*

De esta especie se registró un macho (n=1) de 75 cm AD. También se registró una hembra de 96 cm AD. Para el género de *Aetobatus*, actualmente se está realizando una evaluación de las distintas especies que la componen; anteriormente la especie en el Pacífico era conocida como *Aetobatus narinari*. En Queensland, Australia, Schluessel et al. (2010), sugieren para *Aetobatus narinari*, una talla de primera madurez a ~130 cm de AD para machos y  $\geq 150$  cm de AD para hembras. Según estos autores, los individuos capturados se encontraban sexualmente inmaduros.

#### *Galeocerdo cuvier*

Únicamente se registró un de tiburón tigre (n=1), macho, el cual midió 90.5 cm de LT. Para esta especie, Whitney y Crow (2006), en la isla de Hawaii, reportan la talla de primera madurez a partir de 292 cm de LT en machos, y entre 330 y 345 cm de LT para hembras. Según estos autores, el individuo capturado se encontraba sexualmente inmaduro.

### 5.1.2. Sipacate

La comunidad de Sipacate fue visitada 22 veces durante el periodo de mayo de 2017 a abril de 2018. En total se registraron medidas morfométricas de 413 elasmobranquios. Se identificaron seis especies de tiburones: el tiburón martillo *Sphyrna lewini* (n=99), tiburón gambuzo *Rhizoprionodon longurio* (n=7), tiburón mamón *Mustelus lunulatus* (n=45), tiburón puntas negras *Carcharhinus limbatus* (n=10), tiburón punta de zapato *Nasolamia velox* (n=2) y tiburón toro *Carcharhinus leucas* (n=1). Además se identificaron cinco especies de rayas: la raya *Hypanus longus* (n=234), la raya gavilán *Aetobatus laticeps* (n=2), la raya gavilán dorada *Rhinoptera steindachneri* (n=1), la raya tarro *Styracura pacifica* (n=2) y la raya *Hypanus* spp. (n=10) (Tabla 3).

Tabla 3.

*Especies de elasmobranquios capturados en la comunidad de Sipacate.*

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839)
		<i>Carcharhinus leucas</i> (Müller & Henle, 1839)
		<i>Nasolamia velox</i> (Gilbert, 1898)
		<i>Rhizoprionodon longurio</i> (Jordan & Gilbert, 1882)
Myliobatiformes	Triakidae	<i>Mustelus lunulatus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)
	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)
	Dasyatidae	<i>Hypanus longus</i> (Garman, 1880) <i>Hypanus</i> spp. (Garman, 1880) <i>Styracura pacifica</i> (Beebe & Tee-Van, 1941)
Rajiformes	Aetobatidae	<i>Aetobatus laticeps</i> (Gill, 1865)
	Rhinopterae	<i>Rhinoptera steindachneri</i> (Evermann & Jenkins, 1891)

Respecto a las capturas de las distintas especies durante el periodo de muestreo, las especies más frecuentes en las capturas fueron la raya *H. longus* (56.66%) y el tiburón martillo, *S. lewini* (23.97%). Mientras, las especies con menor frecuencia fueron el tiburón toro *C. leucas* (0.24%), la raya gavilán dorada *R. steindachneri* (0.24%), el tiburón punta de zapato *N. velox* (0.48%), la raya tarro *Styracura pacifica* (0.48%) y la raya gavilán *A. laticeps* (0.48%) (Figura 7).

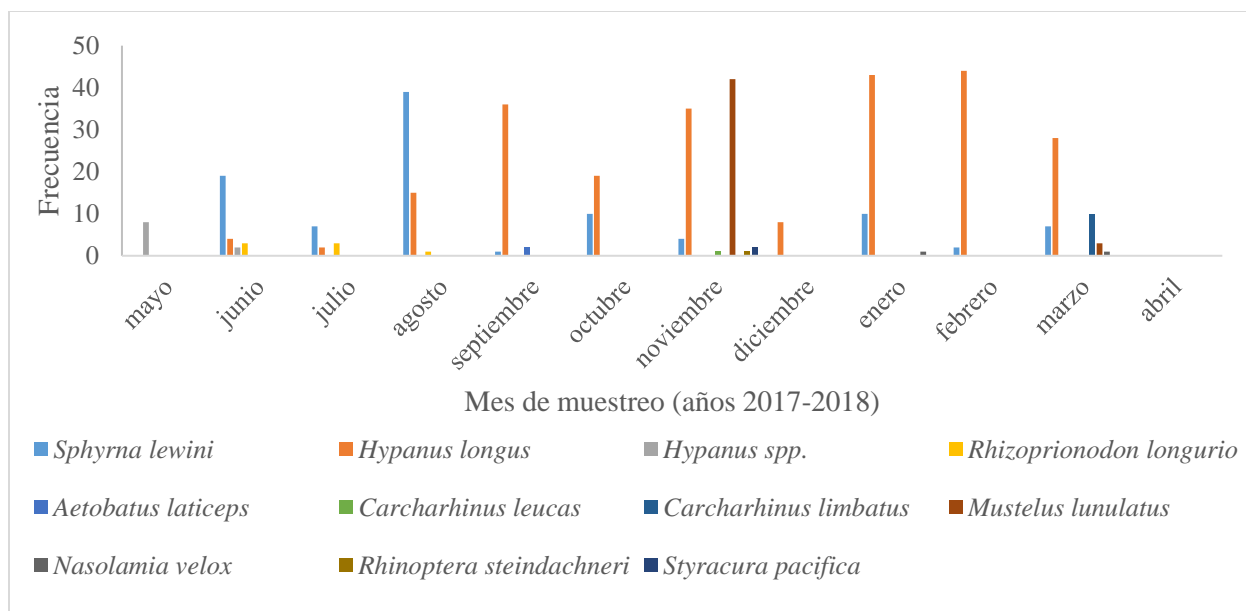


Figura 7. Frecuencia de la captura de elasmobranquios durante mayo de 2017 a abril de 2018 en la comunidad costera de Sipacate.

En Sipacate, la captura de los elasmobranquios por medio de trasmallo es de forma incidental, por parte de los pescadores artesanales de la pesca de escama. En el caso de las rayas existe una pesquería artesanal que se realiza de forma dirigida, con cimbras.

A través de la pesca artesanal con trasmallo, se registró la captura principalmente de tiburones, siendo el más capturado el tiburón martillo *S. lewini*. Por medio de la pesca con cimbra, se registró mayormente la captura de rayas, especialmente de la raya látigo *H. longus*. En esta comunidad también se encontraron elasmobranquios en los centros de acopio; sin embargo en estos casos no fue posible determinar a partir de que arte de pesca se capturaron las especies; por lo que no son incluidos en el análisis a partir de las artes de pesca (Figura 8, Tabla 4).

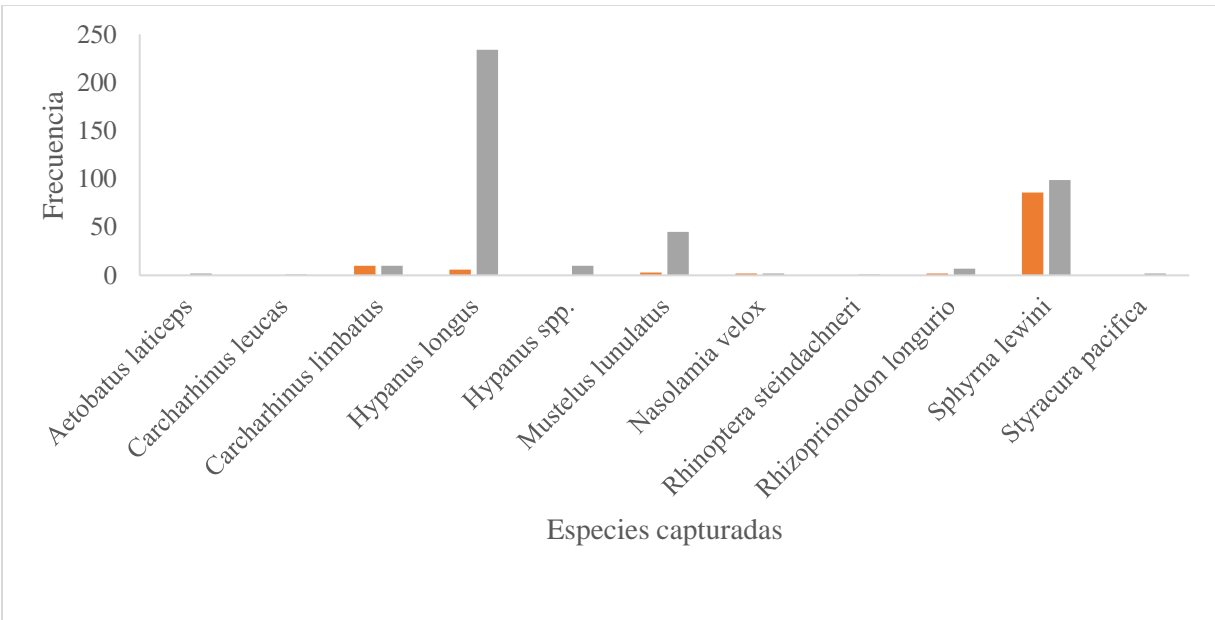


Figura 8. Captura de elasmobranquios por arte de pesca en la comunidad de Sipacate.

Tabla 4.

Número de organismos capturados (n), por especie de elasmobranquio, según a las arte de pesca y en centros acopios, en Sipacate.

Especie	Trasmallo	Cimbra	Acopio
	(n)	(n)	(n)
<i>Sphyrna lewini</i>	86	12	1
<i>Rhizoprionodon longurio</i>	2	2	3
<i>Carcharhinus limbatus</i>	10	0	0
<i>Mustelus lunulatus</i>	3	3	0
<i>Nasolamia velox</i>	2	0	0
<i>Hypanus longus</i>	6	223	5
<i>Carcharhinus leucas</i>	0	1	0
<i>Hypanus spp.</i>	0	10	0
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	0	1	0
<i>Styracura pacifica</i>	0	2	0
<i>Aetobatus laticeps</i>	0	0	2

- Información biológica por especie

### *Sphyrna lewini*

La composición de tallas de machos capturados en Sipacate (n=48) presentó un rango de talla de 36.5 a 65 cm LT, con una media de 53.82 cm  $\pm$  5.83 cm LT. Las hembras (n=51) presentaron un rango de tallas de 43 a 65 cm LT, con una media de 53.88 cm  $\pm$  5.22 cm LT. Zanela y López-Garro (2014), en Costa Rica, reportan que *S. lewini* se encuentra sexualmente maduro a los 170 cm LT, en el caso de los macho y a los 190 cm LT en las hembras. De acuerdo a estos autores, las capturas estuvieron dominadas exclusivamente por individuos sexualmente inmaduros (Figura 9).

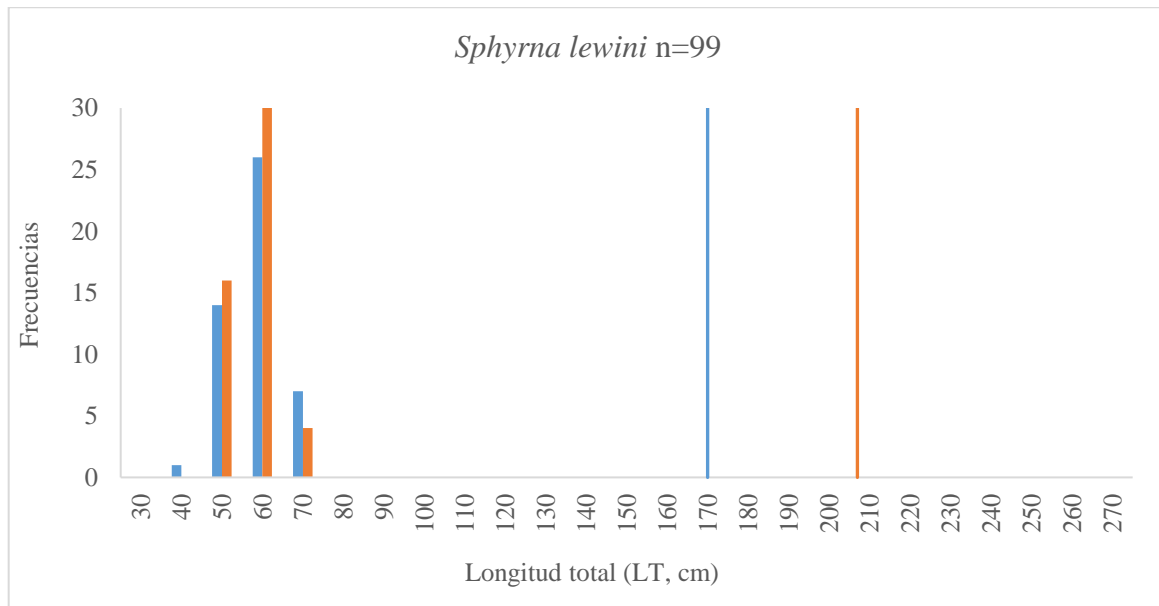


Figura 9. Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de *Sphyrna lewini* capturados en Sipacate. Las hembras están representadas por las columnas anaranjadas y los machos por las columnas azules. Las líneas anaranjadas y azul indican la talla de primera madurez para hembras y machos respectivamente, de acuerdo a: Zanela y López-Garro (2014).

*Hypanus longus*

La composición de tallas de machos capturados ( $n=108$ ) presentó un rango de tallas de 57 a 96 cm AD, con una media de  $77.83 \pm 9.40$  cm AD. La composición de tallas de las hembras ( $n=126$ ) presentó un rango de tallas de 57 a 179 cm AD, con una media de  $86.17 \pm 23.17$  cm AD. Para esta especie se tomó la talla de primera madurez propuesta por López-Garro y Zanella (2014) en Costa Rica, quienes indican que los machos alcanzan la madurez sexual a los 92 cm AD, mientras que las hembras la alcanzan a los 120 cm AD. De acuerdo a estos autores, seis machos y cuarenta hembras registrados se encontraban sexualmente maduros cuando fueron capturados (Figura 10).

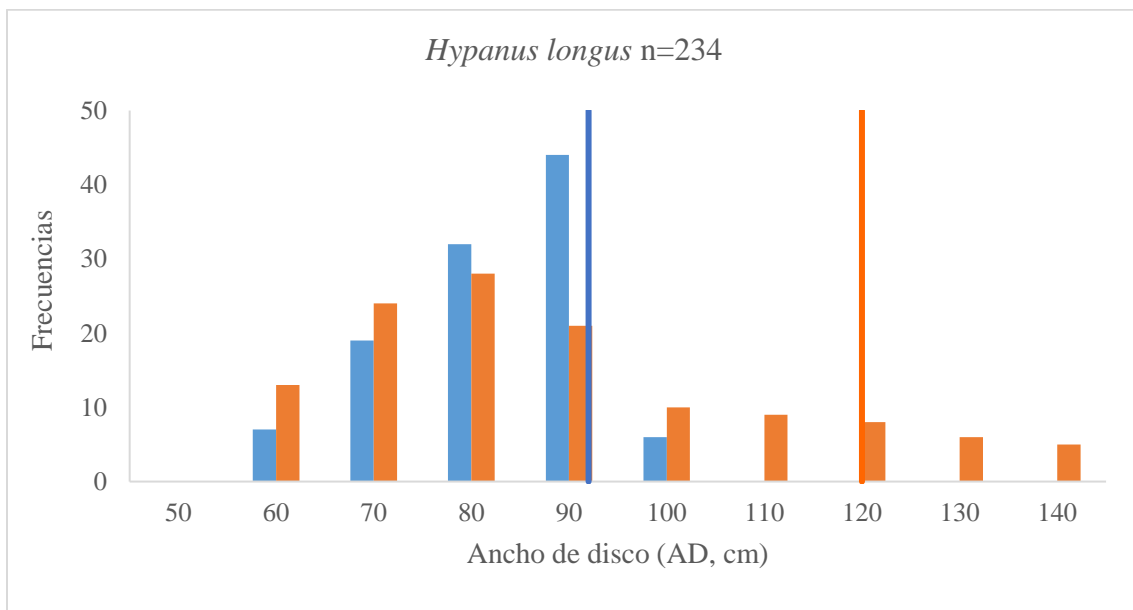


Figura 10. Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de *Hypanus longus* capturados en Sipacate. Las hembras están representadas por las columnas anaranjadas y los machos por las columnas azules. Las líneas anaranjada y azul indican la talla de primera madurez para hembras y machos respectivamente, de acuerdo a: López-Garro y Zanella (2014).

*Hypanus* spp.

La composición de tallas de machos capturados (n=9) presentó un rango de tallas de 44 a 89 cm AD, con una media de  $66.67 \pm 11.63$  cm AD. Únicamente se registró una hembra, con talla de 76 cm AD. Para esta especie se tomó la talla de primera madurez propuesta por López-Garro y Zanella (2014) en Costa Rica para *Hypanus longus*, quienes indican que los machos alcanzan la madurez sexual a los 92 cm AD, mientras que las hembras la alcanzan a los 120 cm AD. De acuerdo a estos autores las capturas estuvieron dominadas en su totalidad por organismos sexualmente inmaduros (Figura 11).

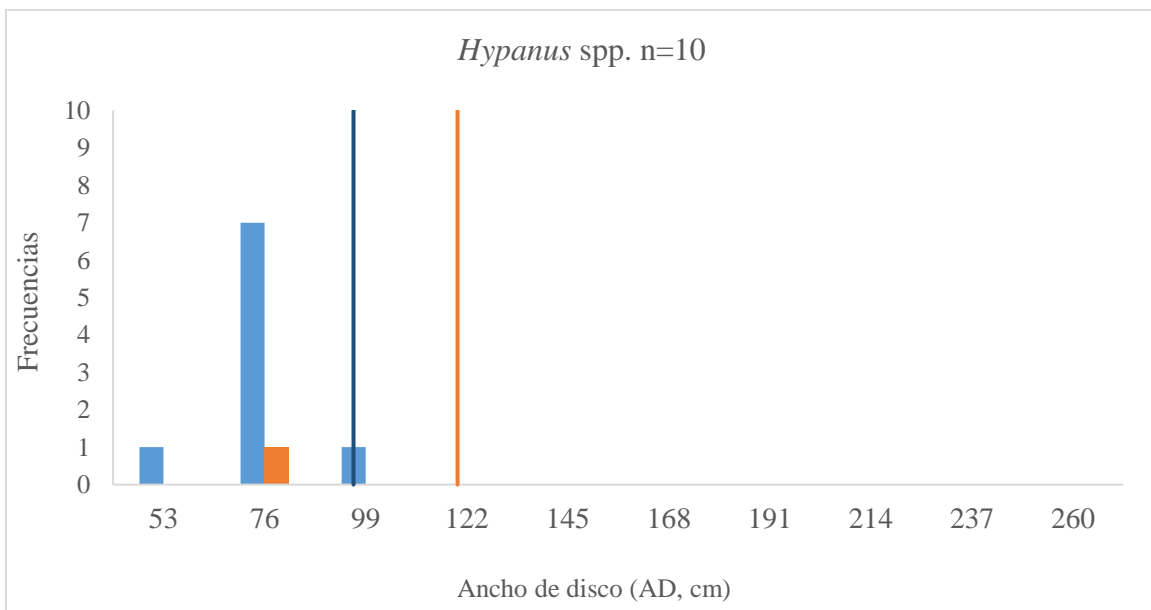


Figura 11. Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de *Hypanus* spp., capturados en Sipacate. Las hembras están representadas por la columna anaranjada y los machos por las columnas azules. Las líneas anaranjada y azul indican la talla de primera madurez para hembras y machos respectivamente, de acuerdo a: López-Garro y Zanella (2014) para *Hypanus longus*.

### *Rhizoprionodon longurio*

La composición de tallas de machos capturados en Sipacate (n=4) presentó un rango de talla de 45 a 49 cm LT, con una media de 46.75 cm  $\pm$  1.71 cm LT. Las hembras (n=3) presentaron un rango de tallas de 39 a 46 cm LT, con una media de 43.17 cm  $\pm$  3.67 cm LT. Mejía-Salazar (2007) en la costa Pacífico de México, registró que los machos de esta especie alcanzan la madurez sexual a los 82 cm de LT, mientras que las hembras la alcanzan a los 80 cm de LT. De acuerdo a este criterio, todos los organismos capturados se encontraban sexualmente inmaduros (Figura 12).

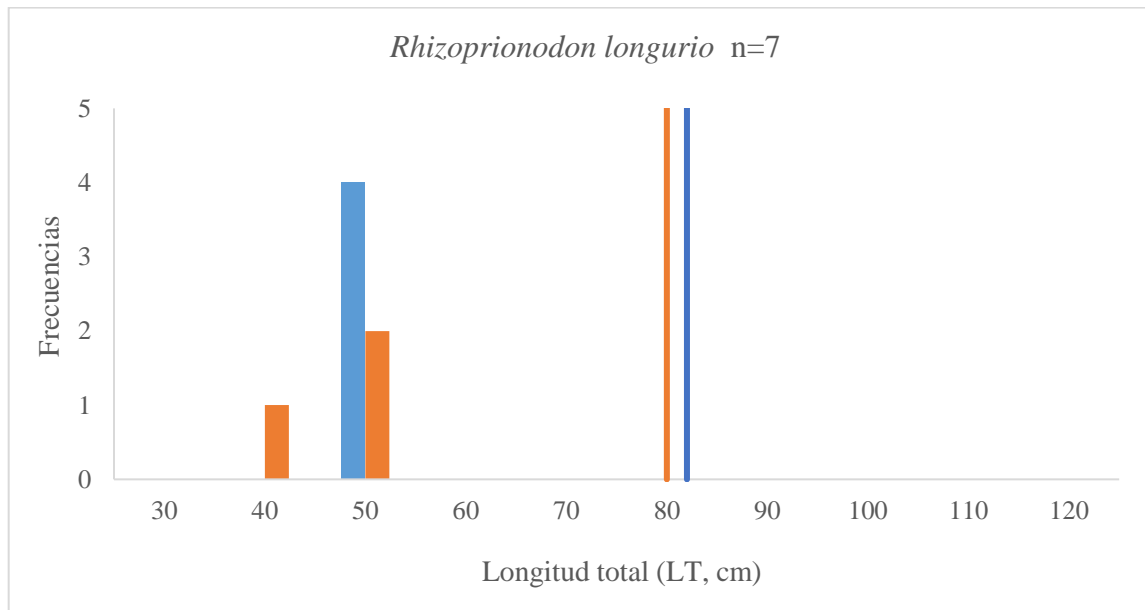


Figura 12. Distribución de frecuencias por sexos para los organismos de *Rhizoprionodon longurio* capturados en Sipacate. Las hembras están representadas por las columnas anaranjadas y los machos por la columna azul. La línea naranja indica la talla de primera madurez para hembras y la azul para machos de acuerdo a: Mejía-Salazar (2007).

### *Mustelus lunulatus*

De esta especie se registró un macho (n=1) con talla de 62 cm LT. Por otra parte, las hembras (n=5), presentaron un rango de tallas de 50 a 135 cm, con una media de 112.8 cm  $\pm$  35.52 cm de LT. Tres de ellas al ser evisceradas, se registró que se encontraban grávidas, con un promedio de 13 crías cada una. En total se registraron 39 embriones, cuyo rango de tallas fue de 33 a 36.5 cm de LT. Los registros fueron de 17 hembras y 22 machos, con una proporción de 0.77:1 (H:M). Navia et al. (2006), en Colombia, reportan una talla de primera madurez para hembras a los 81 cm

LT y 80 cm LT para machos; según estos autores y las observaciones en campo, cuatro hembras se encontraban sexualmente maduras cuando fueron capturadas.

#### *Carcharhinus limbatus*

De esta especie, los machos (n= 4) presentaron un rango de tallas de 47 – 71 cm LT, con una media de  $64 \pm 11.79$  cm LT. Las hembras (n= 6) presentaron un rango de tallas de 47 – 72 cm LT, con una media de  $70.17 \pm 1.83$  cm LT. Para esta especie no se encontraron datos de madurez sexual.

#### *Nasolamia velox*

Únicamente, se registraron individuos machos (n=2), con un rango de tallas de 58 a 61 cm LT, con un promedio de  $59.5 \pm 2.12$  cm LT. Saucedo (1982), sugiere que la especie se encuentra sexualmente madura a los 92 cm LT, por lo tanto, los organismos registrados durante el presente estudio sugieren que ambos organismos se encontraban sexualmente inmaduros. Adicionalmente en campo pudo verificarse que este aún poseía abierta la cicatriz del cordón umbilical, por lo que se considera un organismo neonato.

#### *Aetobatus laticeps*

De esta especie únicamente se registró la captura de dos organismos machos (n=2), los cuales presentaron un rango de tallas de 76 a 78 cm de AD, con una media de  $77 \text{ cm} \pm 1.41$  cm AD. Para el género de *Aetobatus*, actualmente se está realizando una evaluación de las distintas especies que la componen; anteriormente la especie en el Pacífico era conocida como *Aetobatus narinari*. En Queensland, Australia, Schluessel et al. (2010), sugieren para *A. narinari*, una talla de primera madurez a ~130 cm de AD para machos y  $\geq 150$  cm de AD para hembras. Según estos autores, los individuos capturados se encontraban sexualmente inmaduros.

#### *Styracura pacifica*

De esta especie se registraron dos machos (n=2), los cuales no fue posible identificar hasta nivel especie. Los ejemplares presentaron un rango de tallas de 70 a 73 cm AD, con una media de  $71.5 \text{ cm} \pm 2.12$  cm de AD.

### *Carcharhinus leucas*

Se registró un macho (n=1) de la especie, con una talla de 120 cm de LT. Compagno (1984), señala que los machos alcanzan la madurez sexual entre 157 a 226 cm de LT, mientras que las hembras alcanzan la madurez sexual entre 180 a 230 cm de LT. De acuerdo a este autor, el organismo capturado era juvenil, sexualmente inmaduro.

### *Rhinoptera steindachneri*

Por medio de cimbra, se capturó una hembra (n=1), con una talla de 84 cm de AD. Bizzarro et al. (2007), en el Golfo de California, reportan una talla de primera madurez de 70.2 cm AD para hembras, y 69.9 cm AD para los machos. Según estos autores, el individuo capturado se encontraba sexualmente maduro al momento de la captura.

## 5.2. Evaluación de captura por unidad de esfuerzo

Durante los meses de monitoreo se obtuvo datos de desembarques de elasmobranquios de 178 faenas de pesca artesanal, de estas, 136 proporcionaron datos sobre artes de pesca y esfuerzo para poder calcular la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). La comunidad donde se registraron más faenas de pesca fue en Sipacate (n= 110) y la menor cantidad fue en la comunidad de Las Lisas (n= 68).

Para estimar la CPUE únicamente se tomó en cuenta embarcaciones de pesca artesanal que utilizan cimbra y/o palangre, no tomando en cuenta desembarque por red de arrastre ya que no se conocía con exactitud el esfuerzo realizado. Se realizó un cálculo de CPUE con trasmallo para conocer los individuos capturados por hora efectiva de pesca. En el caso de la cimbra, se realizó el cálculo de número de individuos capturados por hora efectiva de pesca y por cada 1,000 anzuelos.

### 5.2.1. Las Lisas

En esta comunidad se evaluaron 52 faenas de pesca para calcular la captura por unidad de esfuerzo. Se registraron 26 faenas con trasmallo (50%) y 26 faenas con cimbra (50%).

Con respecto al trasmallo se registró la captura de 133 tiburones (97.79%) y 3 rayas (2.21%). La captura por unidad de esfuerzo para el arte de pesca durante el periodo de muestreo es de 0.542 elasmobranquios por hora efectiva de pesca. El mes de mayor CPUE fue julio con 1.194 individuos/hora, seguido de mayo con 0.826 individuos/hora. En los meses de noviembre, enero, febrero y marzo no fue posible obtener datos sobre capturas con trasmallo para calcular la CPUE (Figura 13).

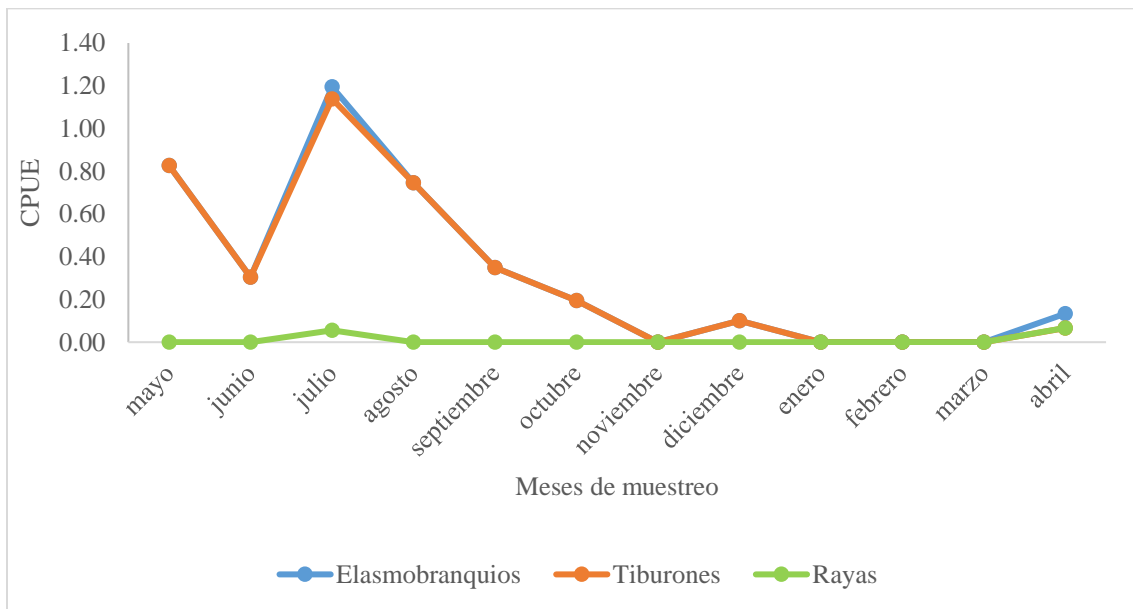


Figura 13. CPUE de las faenas de pesca con trasmallo en la comunidad de Las Lisas durante el periodo de estudio.

De las faenas de pesca utilizando cimbra se registró el desembarque de 6 tiburones (4.11%) y 140 rayas (95.89%). Con este arte de pesca se registró un CPUE= 0.034 individuos por hora efectiva de pesca por cada mil anzuelos. El mes con mayor CPUE fue mayo y diciembre (CPUE= 0.600 individuos/hora/1000 anzuelos), mientras que la menor CPUE fue durante el mes de enero

(CPUE=0.083 individuos/hora/1000 anzuelos). En los meses junio, julio, noviembre y abril no fue posible obtener datos para calcular CPUE (Figuras 14).

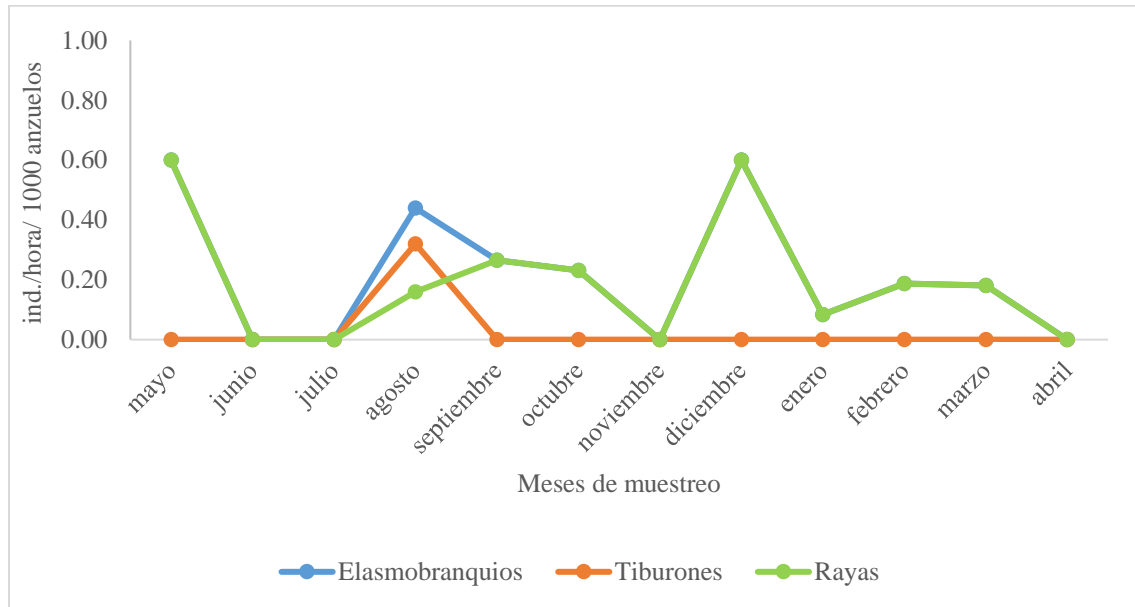


Figura 14. CPUE de las faenas de pesca utilizando cimbra en la comunidad de Las Lisas durante el período de estudio, utilizando el esfuerzo de hora efectiva de pesca y cada 1000 anzuelos.

### 5.2.2. Sipacate

En esta comunidad se evaluaron 84 faenas de pesca para calcular la captura por unidad de esfuerzo. Se registraron 31 faenas con trasmallo (36.90%) y 53 faenas con cimbra (63.10%).

Con respecto al trasmallo se registró la captura de 103 tiburones (94.50%) y 6 rayas (5.50%). La CPUE para la comunidad durante el periodo de muestreo es de 0.180 elasmobranchios por hora efectiva de pesca. El mes de mayor CPUE fue junio (CPUE= 0.261 individuos/hora), seguido de agosto (CPUE= 0.229 individuos/hora). En los meses de mayo, diciembre y abril no fue posible obtener datos sobre capturas con trasmallo para calcular el CPUE (Figura 15).

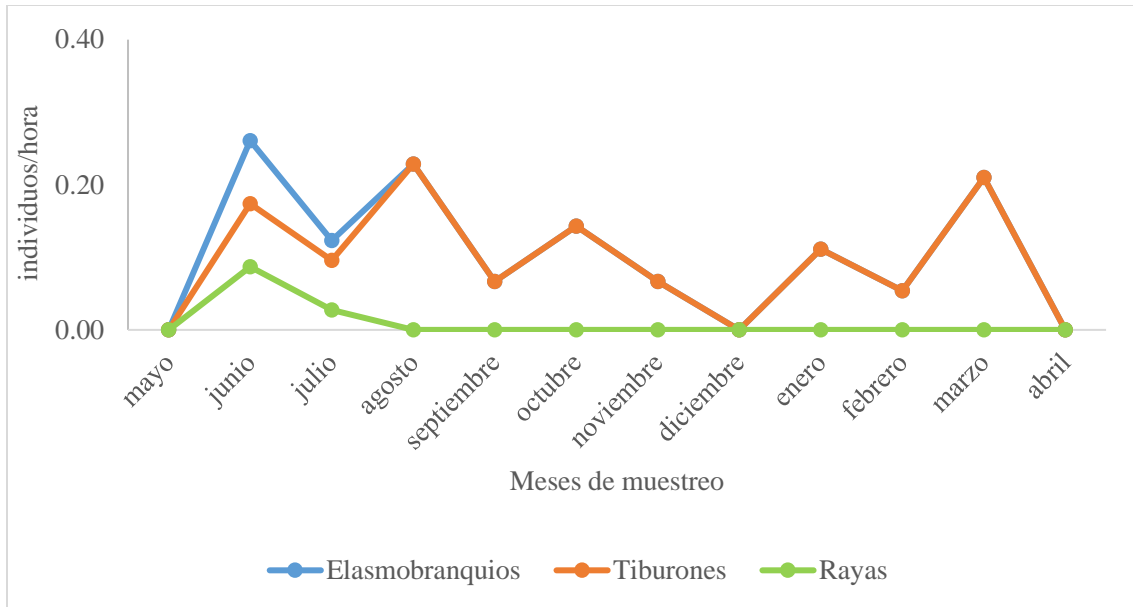


Figura 15. CPUE de las faenas de pesca con trasmallo en la comunidad de Sipacate durante el periodo de muestreo.

De las faenas de pesca utilizando cimbra se registró el desembarque de 34 tiburones (14.17%) y 199 rayas (82.92%). La CPUE para esta arte de pesca es de 0.010 individuos por hora efectiva de pesca por cada mil anzuelos. El mes con mayor CPUE es junio (CPUE=1.875 individuos/hora/1000 anzuelos) y el menor fue el mes de agosto (CPUE=0.031. Mientras que en los meses de julio y abril no fue posible obtener datos para calcular CPUE (Figuras 16).

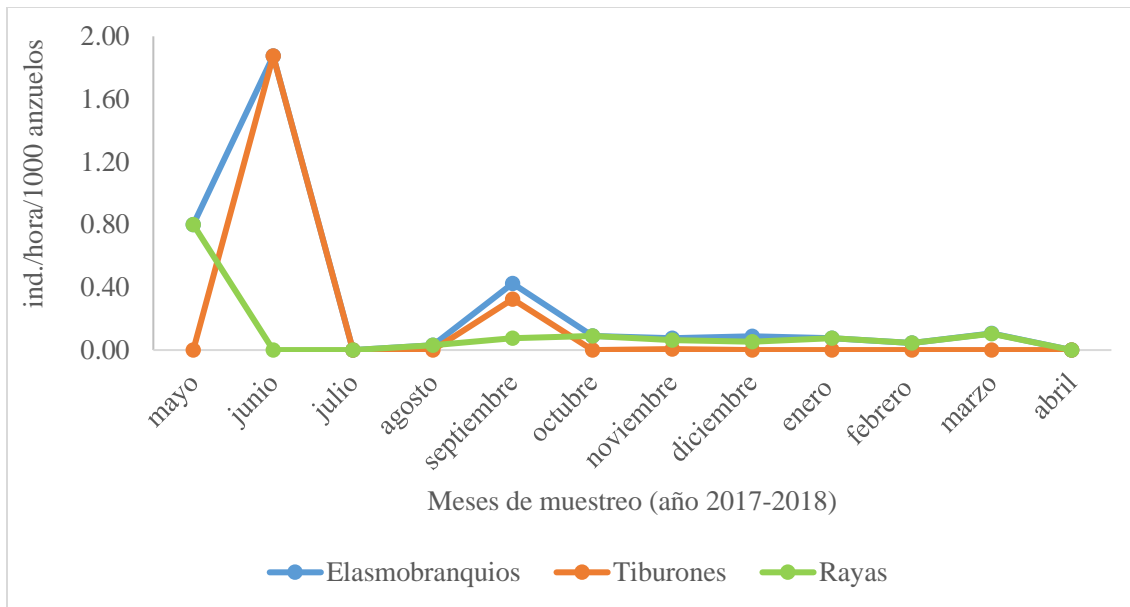


Figura 16. CPUE de las faenas de pesca utilizando cimbra en la comunidad de Sipacate durante el periodo de estudio, utilizando el esfuerzo de hora efectiva de pesca y cada 1000 anzuelos.

### 5.3. Potenciales zonas de crianza

Durante el periodo de estudio se obtuvieron datos de pescadores en el Pacifico de Guatemala para determinar posibles zonas de crianza. Así mismo se recopiló información sobre las áreas de pesca más utilizadas para la actividad pesquera por las dos comunidades en el estudio.

De acuerdo a la información obtenida se conoce que los pescadores artesanales de ambas comunidades, Las Lisas y Sipacate, realizan sus faenas de pesca entre 10 a 35 metros de profundidad, cerca de la línea de costa. En la comunidad de Las Lisas se realizan faenas de pesca artesanal desde la frontera con El Salvador hasta frente la comunidad de Hawaii. En Sipacate las faenas de pesca artesanal se realizan desde la Marina del Sur Juan Gaviota hasta la comunidad de Tulate (Figura 17).

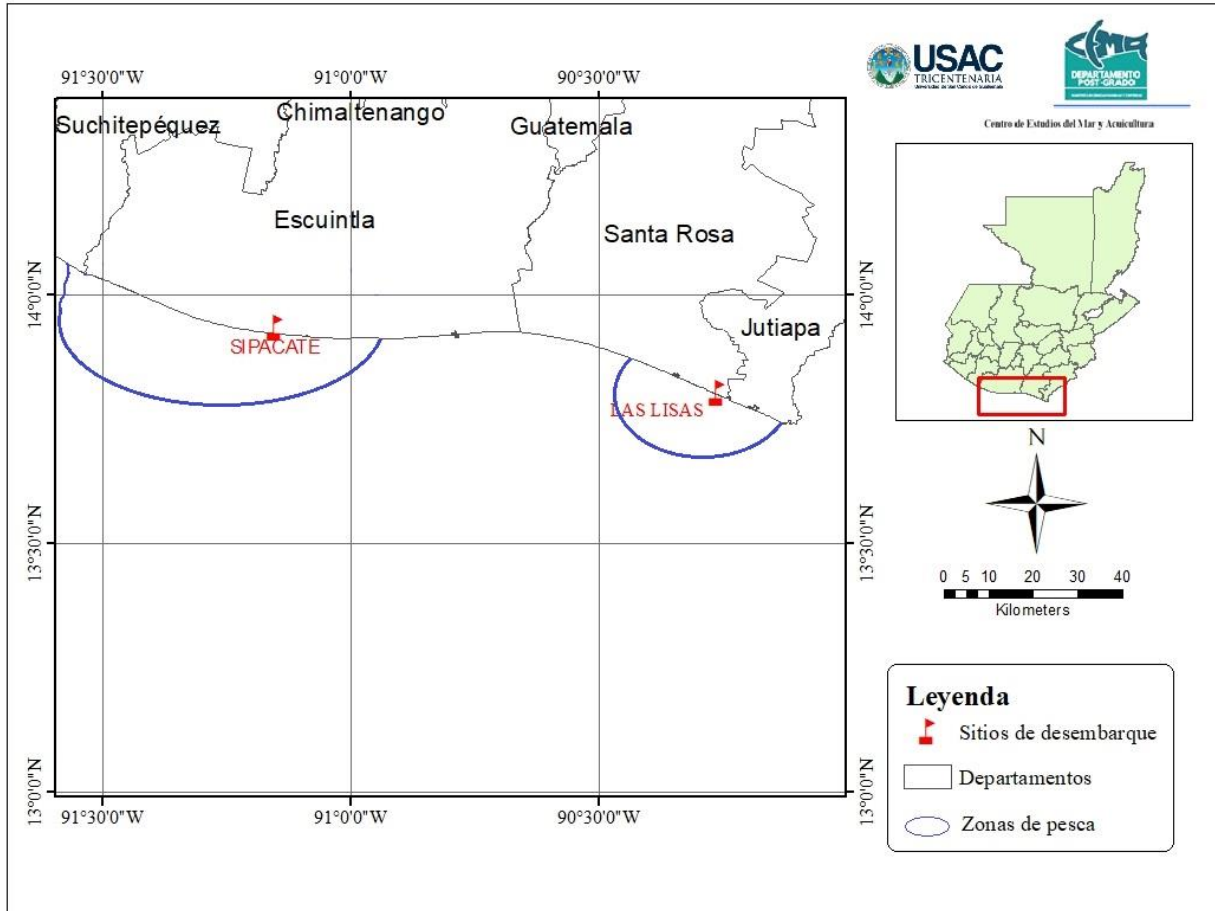


Figura 17. Área de estudio que muestra las zonas de pesca de las comunidades de Las Lisas y Sipacate.

En el área de pesca utilizada por los pescadores de la comunidad de Las Lisas se registró la captura de neonatos de tiburón martillo *Sphyrna lewini* (n=160), así como la captura de dos hembras grávidas y un macho adulto. También en Sipacate, se registró la captura de neonatos de *S. lewini* (n=99). En ambas comunidades, el rango de talla de los neonatos fue de 24 a 65 cm de LT, todos presentaban cicatriz aún abierta del cordón umbilical. Las capturas de neonatos y hembras grávidas de tiburón martillo se presentan principalmente en la temporada lluviosa de mayo a octubre (Figura 18). Las capturas de esta especie representan el 34.15% de las capturas totales de elasmobranchios en estas comunidades. La alta abundancia de neonatos de la especie en estas áreas da indicios de posibles áreas de crianza para esta especie en estas zonas de pesca.

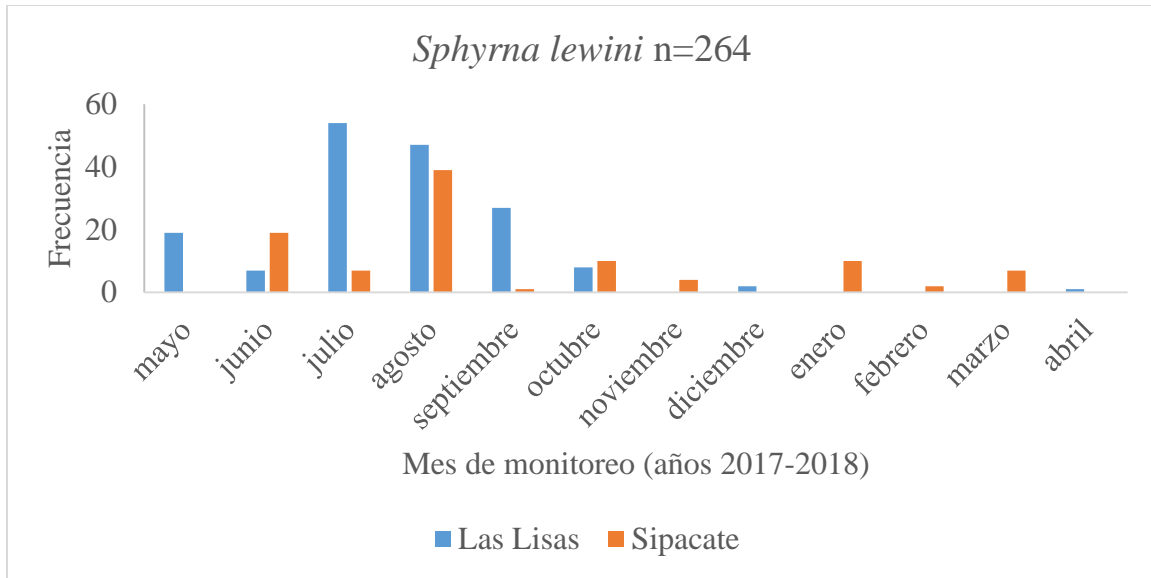


Figura 18. Frecuencia de la captura de neonatos de *Sphyrna lewini* en el área de estudio, durante mayo de 2017 a abril de 2018.

En la zona de pesca de la comunidad de Sipacate fueron capturados también neonatos de otras especies, pero en menores cantidades: *Rhizoprionodon longurio* (n=7) cuyo rango de tallas fue de 39 a 49 cm LT, *Carcharhinus limbatus* (n=10) cuyo rango de tallas fue de 47 a 72 cm LT y *Nasolamia velox* (n=2), cuyo rango de tallas fue con talla de 58 y 61 cm LT. Adicionalmente, se registraron 3 hembras adultas grávidas de *Mustelus lunulatus*, en promedio cada una con 13 embriones.

La presencia de neonatos y juveniles durante este estudio, da indicios de la importancia de las costas guatemaltecas como zonas de crianza para algunas especies como *S. lewini*.

## 6. Discusión de resultados

Durante el periodo de mayo de 2017 a abril de 2018 se realizó el monitoreo de los desembarque de elasmobranquios en las comunidades de Las Lisas y Sipacate. Se registraron siete especies de tiburón, y cinco especies de rayas, adicionalmente una clase de raya únicamente se pudo identificar hasta nivel de género. La especie con mayor incidencia en las capturas del grupo tiburones fue el tiburón martillo *Sphyrna lewini*, mientras que la raya con más registros es la raya látigo *Hypanus longus*. La mayor parte de los elasmobranquios desembarcados en estas comunidades pertenecen a pesca incidental realizada en la zona costera, entre los 10 a 30 metros de profundidad.

De acuerdo a Ruiz y Mijangos (1999), ya para la década de los 90's, el tiburón martillo *S. lewini* era una de las cinco especies que dominaban las capturas de tiburones en Guatemala, sin embargo clasifica a la especie con una moderada importancia comercial. Al igual que en la presente investigación, los autores mencionan que en el Pacífico los juveniles ocurren como captura incidental de redes de enmalle y cuerdas con anzuelo de las embarcaciones artesanales que operan cerca de la costa. Durante el presente estudio, las capturas estuvieron compuestas principalmente por el tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, representando el 34.15% de los registros de elasmobranquios en las dos comunidades, del cual el 98% de los registros de la especie fue de individuos neonatos y juveniles.

Según Ixquiac y colaboradores (2009), para la temporada 2006-2007, *S. lewini*, representaba la segunda especie con mayor frecuencia de capturas en toda la costa Pacífica de Guatemala, con el 88% de los registros de organismos neonatos y juveniles. Este estudio reportó mayores capturas del tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis* en zonas más lejanas a la costa, pesquería que no se realiza en las áreas monitoreadas. Ixquiac y colaboradores (2009), enfocaron su esfuerzo en cinco comunidades, una de ellas la comunidad de mayor captura de elasmobranquios de forma dirigida, por lo cual registraron mayor número de especies y con un rango de tallas mayor, sin embargo se observa que la prevalencia de individuos neonatos y juveniles se encuentra en las zonas adyacentes a la costa.

La especie *S. lewini* es importante en las capturas de elasmobranquios realizadas en la zona costera del Pacífico Este; de igual manera a las tallas registradas en Guatemala, las capturas están principalmente compuestas por organismos juveniles. En la pesquería de elasmobranquios capturados en el Golfo de California, esta especie representa la especie con mayores capturas, con una talla promedio de 89 cm LT (Bizarro et al., 2007). En el Pacífico Mexicano Sur, en el Golfo de Tehuantepec, *S. lewini* representa la segunda especie de elasmobranquio con mayores capturas; cuyo rango de tallas es 30-495 cm LT. Sin embargo, el 90% de los registros corresponden a organismos neonatos resultado de pesca incidental principalmente por redes agalleras utilizadas cerca de la costa (Soriano et al., 2006).

En la costa de Oaxaca, Alejo-Plata y colaboradores (2007), reportan capturas de *S. lewini* con rangos de tallas de 43-308 cm LT; 43.9% de las capturas son neonatos, mientras que únicamente 16.5% corresponde a organismos adultos. Por otra lado, en Pacífico de El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador también se reporta que *S. lewini* es uno de los principales elasmobranquios capturados en la zona costera de estos países y que de igual manera hay una alta incidencia de capturas de organismos juveniles, neonatos y en algunos casos hembras grávidas (Chicas, Gonzáles, & Ramírez, 2012; López-Garro, Arauz-Vargas, Zanella, & Le Foulgo, 2009; Navias et al., 2009; Zambrano, 2014; Zanella, López; & Arauz, 2009; Zarate & Hearn, 2008).

Durante el presente estudio, la captura de individuos de *S. lewini* se dio a lo largo de todo el año, sin embargo se reportó mayores abundancias relativas durante los meses de la época lluviosa, en particular de mayo-septiembre. Para la Costa de Nicoya en Costa Rica, Zanella y López-Garro (2007) reportan también mayores abundancias en los meses de julio-agosto, reportadas como la época lluviosa. Este mismo comportamiento se reporta en la Bahía Kane'ōhe, Hawaii (Duncan & Holland, 2006), así como en la costa de Oaxaca, México (Alejo-Plata et al., 2007). Las áreas costeras presentan aguas turbias a raíz de los sedimentos que aportan las desembocaduras de los ríos y de los sistemas estuarinos cercanos; por lo que son áreas que funcionan como refugio y fuente de alimento para varias especies como lo son tiburones en sus primeras etapas de vida (Ixquiac et al., 2009). Adicionalmente el Pacífico Este está influenciado por dos corrientes mayores, la corriente de California con dirección hacia el sur y la corriente Ecuatorial con dirección norte, estas corrientes transportan nutrientes a las zonas costeras por lo que se considera un

ecosistema muy productivo y esto puede favorecer áreas de hábitat de tiburones en sus primeras etapas de vida.

Por otro lado, cabe mencionar que las dos zonas de captura evaluadas en el presente estudio corresponden a dos de las tres áreas de crianza de *S. lewini* para Guatemala identificadas por Ixquiac y colaboradores (2009). Los resultados obtenidos muestran que aún 10 años después del estudio realizado por Ixquiac et al. (2009), continúa la alta incidencia de neonatos en el área, en la plataforma continental entre las isobatas de 10 a 50 metros, siendo los 20 metros de profundidad las áreas más frecuentes (Ixquiac et al., 2009).

Castro (1993) menciona que las determinadas zonas de crianza son hipotéticas, y que la permanencia de las hembras grávidas, recién nacidos y juveniles puede ser por unas pocas semanas hasta varios años. Springer (1967), sugiere que los riesgos de que los neonatos sean depredados en estas áreas son altas y sus mayores depredadores suelen ser otros tiburones. Heupel et al. (2007) establece que para que una zona de crianza sea definida como tal, el área debe cumplir con tres aspectos importantes para neonatos y juveniles previos al año (“young of the year”) : 1) los organismos son encontrados más comúnmente en estas áreas que en otras áreas, por ejemplo que la densidad en estas áreas sea mayor que la densidad en las otras áreas; 2) se presenta tendencia de los tiburones en estas fases por permanecer o regresar por extensos periodos de tiempo (semanas o meses); y 3) el área o hábitat es usado repetidamente a lo largo de los años, mientras otros sitios no lo son.

Algunos autores (Castro, 1993; Duncan & Holland, 2006; Torres, 2004), han reportado que algunas especies de tiburones en sus etapas de neonatos y juveniles, especialmente *S. lewini*, prefieren ecosistemas altamente productivos, relacionados con manglares y desembocaduras de ríos, como lo es la costa Pacífica de Guatemala. La presencia considerable de juveniles en las capturas incidentales y dirigidas a tiburón puede estar generando un desequilibrio poblacional de estas especies en la costa Pacífica, ya que el porcentaje de captura es muy alto como para poder garantizar la sostenibilidad de las especies en el tiempo (Alejo-Plata et al., 2007).

Los registros de individuos neonatos de *C. limbatus*, *R. longurio*, *G. cuvier*, *N. velox*, el juvenil de *C. leucas* y las tres hembras grávidas de *M. lunulatus*, junto a la alta incidencia de capturas de neonatos de *S. lewini* indica la importancia de las costas de Guatemala como zonas de crianza de tiburones. A pesar de no ser parte de las especies de importancia comercial, los neonatos y juveniles de tiburón capturados son parte de la comercialización en las zonas costeras, representando un producto especial en algunos mercados en los cuales el consumidor final no conoce realmente que producto está consumiendo y etiquetándolo como alguna otra especie que los consumidores prefieran, por ejemplo curvina o pargo.

Adicionalmente se registraron seis especies más de tiburón: *Mustelus lunulatus*, *Carcharhinus limbatus*, *Rhizoprionodon longurio*, *Galeocerdo cuvier*, *Carcharhinus leucas* y *Nasolamia velox*. Para la especie *R. longurio*, no existen reportes de captura, en los estudios previos realizados en el Pacífico de Guatemala tiburones (Ixquiac et al., 2009; Márquez & Ruíz, 1999; Ruíz, 1998; Ruíz & Ixquiac, 2000). Sin embargo, esta especie sí ha sido reportada en el Golfo de California y en Costa Rica (Furlong-Estrada, Tovar-Ávila, Pérez-Jiménez, & Ríos-Jara, 2015; López-Garro et al., 2009). Por lo tanto, se puede tomar como una especie que empieza a incidir en las capturas por parte de pescadores artesanales en la Costa Pacífica de Guatemala.

En el caso de los batoideos, se identificaron 5 especies distintas en las capturas artesanales en Las Lisas y Sipacate. La especie más frecuente en las capturas fue la raya látigo *H. longus* (n=367). Esta especie ya fue registrada anteriormente por Ixquiac et al. (2010). Sin embargo, el alto porcentaje de captura de esta especie (82.84%) durante el presente estudio, en comparación con lo señalado por Ixquiac et al. (2010), (9%), sugiere que su importancia comercial ha incrementado desde el 2010. Según información obtenida en el área dicha raya es aprovechada principalmente en la comercialización de su carne en filete, por lo cual se ha desarrollado una pesquería objetivo en Sipacate y en menor cantidad en Las Lisas. En la pesquería artesanal de Tárcoles, en el Pacífico Central de Costa Rica, se identifica esta especie como el único batoideo con importancia comercial y el cual representa el 3.5% de las capturas de elasmobranquios en el área (López-Garro et al., 2009).

La segunda especie en abundancia relativa registrada fue *N. vermiculatus* (12.87%). Sin embargo, cabe mencionar que los datos corresponden a un único desembarque muestreado por parte de la pesca de arrastre de camarón. El porcentaje registrado de la especie es similar al presentado por Ixquiac y colaboradores (2010) en donde menciona que la especie representa el 13% de los registros de batoideos. Sin embargo, los datos de Ixquiac y colaboradores (2010) fueron obtenidos por medio de cruceros de prospección. Durante dichos cruceros, es posible registrar la captura de especies sin valor comercial; estas especies son capturadas también por la pesca de arrastre de camarón pero no se desembarcan a puerto por la falta de valor comercial.

Las dos comunidades que se monitorearon, Las Lisas y Sipacate, utilizan distintas artes de pesca con el fin de incrementar la probabilidad de captura. Se realizan capturas de tiburones de forma incidental, principalmente como parte de la pesca costera de trasmallo dirigida a especies de escama como pargo, sierra, curvina, entre otras. Las capturas de rayas en Las Lisas también se realizan de forma incidental con cimbra; esta pesca está dirigida principalmente a pargos de gran tamaño, bagre marino y culebra. Por otro lado, en Sipacate la captura de raya por cimbra es de forma dirigida y multiespecífica, siendo importante también la captura de pargos y bagres. Estas dos comunidades son importantes puntos de desembarque pesquero en el Pacífico de Guatemala y fueron parte del monitoreo realizado por Ixquiac y colaboradores (2009; 2010) sobre especies de elasmobranquios.

La CPUE fue distinta entre las artes de pesca utilizadas y entre la comunidad de pesca evaluada. La CPUE con trasmallo en Las Lisas fue mayor (CPUE=0.542 elasmobranquios por hora efectiva de pesca), en comparación con Sipacate (CPUE= 0.180 elasmobranquios por hora efectiva de pesca). Por otro lado, la CPUE con cimbra en la comunidad de Las Lisas fue mayor (CPUE = 0.034 elasmobranquios por cada 1000 anzuelos y por hora efectiva de pesca) en comparación con Sipacate (CPUE= 0.010 elasmobranquios por cada 1000 anzuelos y por hora efectiva de pesca), lo que podría sugerir mayor abundancia de las especies de rayas en las zonas de pesca de la comunidad de Las Lisas. Este valor de CPUE se equipará con la de la pesca de elasmobranquios en Tárcoles por medio de palangres la que presentó valores de CPUE, de 3.35 E-05 a 0.0016 (López-Garro et al., 2009). Los valores de CPUE de elasmobranquios calculados en estas comunidades, indican bajas capturas por cada faena de pesca realizada, Sin embargo estas capturas

forman parte de pesquerías multiespecíficas en las cuales los elasmobranquios no están catalogadas como las especies con mayor valor en el mercado ni como las principales especies que se esperan capturar. No obstante, la venta de estos productos contribuye a aumentar los ingresos que genera el pescador en cada esfuerzo realizado.

En el año 2013 y 2016, la especie de tiburón martillo *S. lewini*, así como especies que se pescan en Guatemala (tiburón sedoso, *Carcharhinus falciformis* y tiburones zorro, *Alopias pelagicus* y *A. superciliosus*), fueron incluidas en el Apéndice II de CITES (CITES, s.f.). Por ello, es necesario que Guatemala, en caso de querer continuar con la comercialización internacional de productos de estas especies (de aletas y carne) realice un Dictamen de Extracción No Perjudicial en el que se indique que la pesquería y comercialización de la especie no afecta su sustentabilidad (CITES, s.f.).

Por otro lado, como ya fue mencionado anteriormente, la captura de tiburones en la costa del Pacífico de Guatemala se da en gran medida de forma multiespecífica en la pesca de escama en zonas costeras y la mayor incidencia de ellas se da de tallas en las que los organismos no han alcanzado la madurez sexual, muchas veces en tallas cercanas al nacimiento. Por ello, para tener un control sobre la explotación de estas especies es necesario regular el esfuerzo de pesca en los meses de mayor incidencia de neonatos y juveniles (mayo a agosto). Ello, con la finalidad de aumentar los esfuerzos de protección de las áreas utilizadas como zonas de crianza por los tiburones, especialmente aquellas incluidas en el Apéndice II de CITES por ser especies vulnerables a la sobreexplotación.

Con respecto a las especies de rayas, durante los últimos años, organismos de tallas mayores han registrado un aumento en los volúmenes de captura (Principalmente *H. longus*). Por otro lado, organismos de tallas menores son parte de la captura incidental de la pesca de arrastre de camarón. Sin embargo, la información con respecto a la pesquería de rayas, tanto nacional como regional, es pobre (Ixquiac et al., 2009). De ahí la importancia de iniciar un monitoreo constante de las capturas que se realizan en Guatemala, con la finalidad de detectar cambios en las especies objetivo, así como en los volúmenes y tallas de capturas; información que puede ser de utilidad para las instituciones responsables de llevar a cabo un manejo sustentable de este recurso en Guatemala.

## 7. Conclusiones

1. Las especies que representan mayor incidencia en las capturas en las comunidades son la raya látigo *Hypanus longus* (47.48%), tiburón martillo *Sphyrna lewini* (34.15%) y raya eléctrica *Narcine vermiculatus* (7.37%). De estas especies, solamente se ha desarrollado una pesca dirigida de la raya látigo, por el incremento de su comercialización en mercados nacionales.
2. De las especies registradas durante el estudio, el tiburón gambuzo *Rhizoprionodon longurio*, no se había identificado en estudios anteriores sobre elasmobranquios en Guatemala.
3. Se registró una alta incidencia de neonatos y juveniles de distintas especies de tiburones. La mayor incidencia de neonatos y juveniles corresponden a *S. lewini* (98.86%). En las zonas de captura se registraron también hembras grávidas, durante el periodo de estudio. Por lo tanto, y de acuerdo a Huelgel et al. (2007), tanto Las Lisas como Sipacate pueden considerarse como zonas de crianza, principalmente para *S. lewini*.
4. De acuerdo a la información recolectada, la pesquería de elasmobranquios en Las Lisas es de forma incidental, mientras que en Sipacate la captura de rayas es de forma dirigida. Los valores de CPUE muestran diferencias entre las distintas artes de pesca; se observan mayores capturas durante los meses de invierno. Así también se observan mayores valores de CPUE en la comunidad de Las Lisas a comparación de Sipacate, lo que sugiera mayor abundancia de elasmobranquios en la zona de pesca de esta comunidad.

## 8. Recomendaciones

Por el momento la captura de elasmobranquios no mantiene ningún tipo de registro o monitoreo constante, por lo que es necesario elaborar una estrategia multisectorial con un sistema de registro confiable para la captura de elasmobranquios. Este sistema puede utilizarse para el registro de la pesca de todas las especies en las aguas nacionales. Así también cumplir con reglamentos internacionales que establezcan lineamientos adecuados para asegurar el aprovechamiento sustentable del recurso, como lo es el Plan de Acción Nacional para la protección de tiburones y rayas en Guatemala.

Realizar estudios concretos para delimitar las áreas que utilizan las distintas especies de tiburón, en especial el tiburón martillo *S. lewini*, como zonas de crianza en la costa del Pacífico de Guatemala. Para ello, es necesario crear estudios de movimientos y de la permanecía de neonatos y juveniles en las áreas, verificando que se cumplan los criterios de Heupel et al. (2007), para identificar las zonas de crianza de tiburones.

Evaluar la implementación de medidas de ordenamiento pesquero, por ejemplo, zonas de recuperación pesquera en áreas con alta incidencia de captura de neonatos y juveniles elasmobranquios. Esto contribuiría a conservar la sustentabilidad del recurso.

Crear programas para desincentivar el consumo de elasmobranquios en los mercados locales. Para ello, es necesario crear conciencia en los consumidores sobre los productos provenientes del mar que consumen, ya que muchos consumidores en el país desconocen sobre el consumo de tiburón.

## 9. Referencias bibliográficas

- Barker, M. J., & Schluessel, V. (2005). Managing global shark fisheries: suggestions for prioritizing management strategies. *Aquatic Conservation*, 15, 325-347.
- Bizzarro, J. J., de Carvalho, M.R. & McCord, M.E. (2009). *Narcine vermiculatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161423A5420218.en>. Recuperado: 3 agosto 2017.
- Bizarro, J. J., Smith W. D., Hueter, R. E., Tymiski, J., Márquez-Farías, J. F., Castillo-Géniz, J. L., Cailliet, G. M., & Villavicencio-Garayzar. (2007). *The status of shark and ray fishery resources in the Gulf of California: Applied research to improve management and conservation*. A report to the David and Lucile Packard Foundation.
- Calderón Solís, J. C. (2014). *Caracterización de la captura de tiburones y rayas (clase Chondrichthyes) en la costa este del Pacífico de Guatemala* (Informe final integrado EDC). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.
- Cantu, J. C. (s.f). *Tiburones de México, Centroamérica y el Caribe*.
- Carrera Fernandez, M. (2014). *Tiburones y rayas en la mira: la importancia de los estudios de reproducción* (Nota de divulgación). Ecuador: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Carrier, J. C., Musick, J. A., & Heithaus, M. R. (2010). *Sharks and their relatives II, Biodiversity, adaptative physiology, and conservation*. Florida: CRC Press.
- Carrier, J. C., Musick, J. A., & Heithaus, M. R. (2012). *Biology of sharks and their relative (2nd edition)*. Florida: CRC Press.
- Castillo-Geniz, J. L., & Tovar-Ávila, J. (2016). *Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES*. México: Instituto Nacional de Pesca.
- Castro, J. I., Woodley, C. M., & Brudek, R. L. (1999). *A preliminary evaluation of the status of shark species*. Florida: FAO.
- Chicas, F. A., Gonzáles, J. A., & Ramírez, W. E. (2012). *Ecología básica de los peces del golfo de Fonseca: Bases para el manejo de la pesca artesanal*. Universidad de El Salvador.
- CITES. (s.f.). Apéndices I, II y III de la CITES. Recuperado de: <https://www.cites.org/esp/app/index.php>

- Coello, S. (2005). *La administración de los Chondrichthyes en Ecuador: Aportes para el Plan Nacional de Tiburones*. Quito: IUCN.
- Compagno, L. J. (2002). *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*. Roma: FAO.
- Dent, F., & Clarke, S. (2015). *State of the global market for shark products*. (FAO Fisheries and aquaculture technical paper No. 590). Roma: FAO.
- Duncan, K., & Holland, K. (2006). Habitat use, growth rates and dispersal patterns of juvenile scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* in a nursery habitat. *Marine Ecology Progress Series*, 312, 211-221.
- Ebert, D. A., Fowler, S., & Compagno, L. (2013). *Sharks of the world*. New Hampshire: Wild Nature Press.
- Ebert, D. A., Fowler, S., & Dando, M. (2015). *A pocket guide to sharks of the world*. New Hampshire: Wild Nature Press.
- Ebert, D., & Fowler, S. (2015). *Sharks of the World*. Estados Unidos: Princeton University Press.
- Furlong-estrada, E., Tovar-Ávila, J., Pérez-Jiménez, J. C., & Ríos-Jara, E. (2015). Resiliencia de *Sphyrna lewini*, *Rhizoprionodon longurio* y *Carcharhinus falciformis* en la entrada del golfo de California después de tres décadas de explotación. *Ciencias Marinas*, 41(1), 49–63.
- Hacohen-Domené, A., Pacay, A., Polanco-Vásquez, F., Ortiz, J. (2016). *Manual de Monitoreo de Tiburones y Rayas para Técnicos Pesqueros y Pescadores*. Guatemala: Fundación Mundo Azul.
- Heupel, M. R., Carlson, J. K., & Simpfendorfer, C. A. (2007). Shark nursery areas : concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series*, 337, 287–297.
- Ixquiac Cabrera, M. de J., Franco Arenales, I., Tejeda Velásquez, C. A., Sánchez Rodas, M. R., & Sikahall Prado, J. A. (2009). *Áreas de crianza de tiburones en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala: Herramienta para el manejo y aprovechamiento sostenido del recurso tiburón* (FODECYT No. 13-2006). Guatemala: USAC, CEMA, UNIPESCA.
- Ixquiac Cabrera, M., Franco Arenales, I., Lemus, J., Méndez, S., & López Roulet, A. (2010). *Identificación, Abundancia, Distribución Espacial de Batoideos (Rayas) en el Pacífico Guatemalteco* (FODECYT No. 34-2006). Guatemala: USAC, CEMA, MAGA, ONCA.

- Kitchell, J. F., Essington, T., Boggs, C., Schindler, D., & Walters, C. (2002). The Role of Sharks and Longline Fisheries in a Pelagic Ecosystem of the Central Pacific. *Ecosystems*, 5, 202-216.
- Kulka, D. W., Musick, J. A., Pawson, M. G., & Walker, T. I. (2005). Elasmobranch fisheries: managing for sustainable use and biodiversity conservation. *J Northwest Atl Fish Sci*, 35, 1–544
- Lack, M., & Sant, G. (2009). *Trends in Global Shark Catch and Recent Developments in Management*. Cambridge: Traffic.
- Lewison, R. L., Crowder, L. B., Read, A. J., & Freeman, S. A. (2004). Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends Ecol Evo*, 19, 598–604.
- López, A., Arauz R., Zanella, I., & Le Foulge, L. (2009). Análisis anual de las capturas de tiburones y rayas en las pesquerías artesanales de Tárcoles, Pacífico Central de Costa Rica. *Revista Ciencias Marina y Costera*, 1, 145-157.
- López-Garro, A. y Zanella, I. (2014). Capturas de la raya *Dasyatis longa* (Myliobatiformes: Dasyatidae) en las pesquerías artesanales de Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 319-327.
- Martínez-Ortíz, J. (2010). *Guía de campo para la identificación de los principales tiburones del Océano Pacífico Oriental* (Proyecto APEC FWG01/2001). Guayaquil, Ecuador: APEC.
- Mejía-Salazar, L. (2007). *Biología reproductiva del cazón bironche, Rhizoprionodon longurio (Jordan & Gilbert, 1882) en el Pacífico mexicano* (Tesis de Maestría). México: Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Navia, A. F., P. A. Mejía-Falla, L. A. Zapata, S. Bessudo, G. Soler, y E. A. Rubio. (2009). *Estado del conocimiento de tiburones y rayas del Pacífico colombiano*. Pp. 133-194. En: Puentes, V., A. F. Navia, P. A. Mejía-Falla, J. P. Caldas, M. C. Diazgranados y L. A. Zapáta (Eds). *Avances en el conocimiento de tiburones, rayas y quimeras de Colombia*. Fundación SQUALUS, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto Colombiano Agropecuario, COLCIENCIAS, Conservación Internacional, WWF, 245 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura [FAO]. (2001). *La ordenación pesquera I. Conservación y ordenamiento del tiburón*. Roma: FAO.
- Pacas, L. (1998). *Estudio del ciclo reproductivo del tiburón blanco Carcharhinus falciformis, (Bribón, 1839) procedente de las capturas de la flota artesanal tiburonera del Pacífico de*

- Guatemala* (Tesis de técnico universitario). Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Guatemala.
- Parsons, G., & Hoffmayer, E. (2007). Identification and Characterization of Shark Nursery Grounds along the Mississippi and Alabama Gulf Coasts. *American Fisheries Society*, 50, 301–316.
- Ruíz Alvarado, C., & Mijangos López, N. (1999). *Estudio sobre la pesquería del tiburón en Guatemala*. Guatemala: FAO.
- Ruíz Alvarado, C., Ixquiac Cabrera, M., Baldetti Herrera, C., & Martínez, J. (2000). *Evaluación del potencial de explotación del recurso tiburón en las costas del Pacífico de Guatemala, C.A.* (FODECYT). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura.
- Schluessel, V., Bennett, M. B., y Collin, S. P. (2010). Diet and reproduction in the white-spotted eagle ray *Aetobatus narinari* from Queensland, Australia and the Penghu Islands, Taiwan. *Marine and Freshwater Research*, 61(11), 1278–1289. <https://doi.org/10.1071/MF09261>
- Soriano-Velásquez, S. R., Acal-Sánchez, D. E., Castillo-Géniz, J. L., Vásquez-Gómez, N., & Ramírez-Santiago, C. E. (2006). Tiburón del Golfo de Tehuantepec, pp. 323-360, *En: Sustentabilidad y Pesca Responsable en México*. Arreguín-Sánchez, F., Beléndez-Moreno, L.F., Méndez Gómez-Humarán, I., Solana-Sansores, R., and Rangel-Dávalos (eds.) Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, México.
- Springer S. (1967). Social organization of shark populations. *En: Mathewson PW & DP Rall (eds). Sharks, skates and rays*, pp.149-174. John Hopkins Press, Baltimore.
- 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. *Marine Science*, 57, 476–494. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0724>
- Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura [UNIPESCA]. (2008). *Plan de Acción Nacional para la conservación y ordenación de tiburones Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Walker, T. (1998). Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. *Marine Freshwater Research*, 49, 553-572.
- Zambrano, D. M. (2014). *Presencia de neonatos de la familia Sphyrnidae en redes de enmalle, desembarcados en el Puerto El Triunfo, Departamento de Usulután, y San Luís Herradura*,

*Departamento de La Paz, El Salvador* (Tesis de Licenciatura). El Salvador: Universidad de El Salvador.

Zanella, I., López, A., & Arauz, R. (2009). Caracterización de la pesca del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, en la parte externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Mar y Cost*, 1, 175-195.

Zarate, P., & Hearn, A. (2008). Estado de conservación de los tiburones de Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador. Fundación Charles Darwin, UICN.