INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

CICIMAR-IPN

CARACTERIZACIÓN DE LA PESQUERIA ARTESANAL DE ELASMOBRANQUIOS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA EN CIENCIAS

EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

SERGIO ROBERTO RAMÍREZ AMARO

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

2011

SIP-14 BIS

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de **La Paz, B.C.S.,** siendo las **12:00** horas del día **15** del mes de **Noviembre** del **2011** se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de **CICIMAR** para examinar la tesis titulada:

"CARACTERIZACIÓN DE LA PESQUERÍA ARTESANAL DE ELASMOBRANQUIOS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

RAMÍREZ	**AMARO**	**SERGIO ROBERTO**
Apellido paterno	materno	nombre(s)

Con registro: | **A** | **1** | **0** | **0** | **0** | **9** | **2** |

Aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron ***APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS***, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Directores de Tesis

DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA
Director de Tesis

DR. GERARDO GONZÁLEZ BARBA
2º. Director de Tesis

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

DR. ROGELIO GONZÁLEZ ARMAS

DR. GERMÁN PONCE DÍAZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. MARÍA MARGARITA CASAS VALDEZ

PODER EJECUTIVO FEDERAL ESTADOS UNIDOS MEXICANOS MÉXICO, D.F.

I.P.N. CICIMAR DIRECCIÓN

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de **La Paz, B.C.S.,** el día **18** del mes **Noviembre** del año **2011**
el (la) que suscribe **BM. SERGIO ROBERTO RAMÍREZ AMARO** alumno(a) del
Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**
con número de registro **A100092** adscrito al **CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**
manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:
DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA y DR. GERARDO GONZÁLEZ BARBA
y cede los derechos del trabajo titulado:

"CARACTERIZACIÓN DE LA PESQUERÍA ARTESANAL DE ELASMOBRANQUIOS EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: galvan.felipe@gmail.com – gerardo@uabcs.mx - sersh50@hotmail.com
Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Sergio Ramírez

BM. SERGIO ROBERTO RAMÍREZ AMARO
nombre y firma

Agradecimientos

Agradezco al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), por la oportunidad de realizar el presente trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) por el apoyo brindado para la realización de ésta tesis.

A los proyectos que hicieron posible los muestreos para la obtención de datos para el presente estudio: Estudios biológicos de tiburones y rayas de Baja California Sur (2000-2010), del CICIMAR-IPN; CA Sea Grant, the Moore Family Foundation, the Tinker Foundation, the Save Our Seas Foundation, y al Scripps Institution of Oceanography.

Al Dr. Felipe Galván Magaña ("el doc") por aceptarme en su equipo de trabajo, por darme la oportunidad de trabajar en varios proyectos, gracias por sus consejos durante el desarrollo de la tesis y por su apoyo. Gracias por sus enseñanzas, consejos y paciencia. Al Dr. Gerardo González Barba "el gerry", por darme la confianza para integrarme al proyecto de la pesquería artesanal, ah sido y será un gran maestro.

Al comité revisor por sus correcciones, críticas y observaciones hechas que enriquecieron el escrito del trabajo. Al Dr. Leonardo Andrés Abitia Cárdenas por sus exigencias en el trabajo, ya que ayudaron de retroalimentación para la tesis. Al Dr. Germán Ponce Díaz, por sus observaciones y su amabilidad en todo momento. Gracias al Dr. Rogelio González Armas por ser minucioso en las revisiones y por la complementación de este trabajo. Al Dr. Agustín Hernández Herrera, por sus sugerencias y observaciones realizadas a la tesis.

A la beca mixta otorgada por CONACyT y al programa de Movilidad Académica Internacional del IPN, por su apoyo, para la realización de la estancia internacional al Scripps Institution of Oceanography. Asimismo a la familia Astiz (Luciana, Isabela, Patrick, Sebastián), por recibirme es su cálido hogar durante mi estancia en San Diego, muchas gracias. Agradezco a todos los estudiantes del Graham Lab (Dan, Noa, Nick, Cory, Andy, etc…), por hacer la estancia muy amena.

A la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del IPN (COFAA-IPN), por el apoyo otorgado para la asistencia de varios congresos nacionales durante el periodo de la maestría.

Al equipo de muestreo en campo para la obtención de datos: Anet Rochin, Carmina Salinas, Yassir Torres, Omar Santana, Edgardo Camacho, Marina, Bruce y los a los estudiantes estancieros de la Universidad de Puerto Ángel, Oaxaca.

Agradecimiento especial a todos los pescadores de los diferentes campos artesanales que recorrimos por toda la costa occidental de BCS, sin su ayuda y cooperación no hubiese sido posible la realización del presente trabajo, muchas gracias por su paciencia.

Quiero agradecer en especial a mi amor, quien ha compartido conmigo este sueño, me ha motivado y apoyado para lograr mis objetivos, gracias a su amor puede salir adelante de situaciones difíciles durante el proceso de este trabajo ("Déjame vivir tus días, beber de tu sonrisa, soñar que sueñas conmigo… Bésame y que espere la vida").

A mi padres por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, por hacer realidad mi sueño, gracias por la confianza, gracias a ustedes soy lo que soy. Los quiero mucho.

A mis hermanos que a pesar de la distancia se que siempre están a mi lado, gracias a Karin y Dean, a Magui y Julien, al gordito, gracias por apoyarme, por alentarme a seguir adelante, por sus consejos y por las discusiones, las que siempre son necesarias.

A mi Abue chinta y a mis tías las consentidas (Rosita, tía coco y ninfita), gracias por preocuparse por mí, gracias por sus consejos, las quiero mucho. A mis suegritos y mi cuñado, por alentarme a seguir adelante, por siempre echarme porras y por preocuparse.

Y por último a mis amigos, a los chetumaleños, yucatecos, paceños "la palomilla", a los amigos de CICIMAR, por todas las cosas que hemos compartimos, por las fiestas, los buenos momentos, por aguantarme, gracias por ser grandes amigos.

Índice

Pagina

Lista de Figuras……i

Lista de Tablas…… iii

Glosario…… v

Resumen…… vii

Abstract…… viii

1.- Introducción…… 1

1.1.-Pesqueria artesanal..…… 1

1.2.- Elasmobranquios recurso pesquero……..…….. 2

2.-Antecedentes..…… 5

3.-Justificación…… 8

4.-Objetivos…… 10

4.1.- Objetivo general..…….... 10

4.2.- Objetivos particulares……...10

5.-Material y método..…… 11

5.1.- Área de estudio...……..... 11

5.2.- Datos pesqueros..…….... 14

5.3.- Datos biológicos...…….. 14

5.4.- Análisis biogeográficos……... 19

5.5.- Análisis del estado de amenaza……19

6.-Resultados..……21

6.1.-Descripción de la pesquería…….…….. 21

6.2.-Composición de la captura..…….…….. 25

6.3.-Información biológica..…….……...28

6.3.1.-Redes de enmalle……..…… 28

6.3.2.-Palangres…… 39

6.4.-Captura por unidad de esfuerzo y temporalidad……..……... 42

6.5.-Diversidad y biogeografía...……..……... 46

6.6.-Estado de amenaza……...48

7.-Discusión.....…… 52

7.1.-Estudio de los campos artesanales…….…… 52
7.2.-Datos biológicos……...…….……..……53
7.3.-Temporalidad…..…….……..……...56
7.4.-Diversidad y biogeografía...…….……..…… 57
7.5.- Estado de amenaza de los elasmobranquios.……..…….. 61
7.6.-Implicación en el manejo pesquero…….62
8.-Conclusiones...…….……66
9.-Recomendaciones…….…….……67
10.-Literatura citada…….…….…. 68
11.-Anexos…….80
11.1.-Anexo I……...……..……80

Lista de figuras

Pagina

Figura 1. Países con mayor captura de elasmobranquios durante el 2007…….. 3
Figura 2. Captura de elasmobranquios en el Pacífico mexicano en 2009…….. 4
Figura 3. Ubicación de los campos artesanales a lo largo de la costa occidental de Baja California Sur, México. Los números hacen referencia a los códigos encontrados en la Tabla 1. Los campos representados con triángulos, hace referencia a las localidades donde se muestrearon los elasmobranquios…….. 13
Figura 4. Medidas tomadas para los tiburones……. 15
Figura 5. Medidas tomadas para los batoideos……. 16
Figura 6. Diferenciación sexual y medida del gonopterigio en los machos……. 16
Figura 7. Clasificación de los criterios propuestos por la UICN……. 20
Figura 8. Características de las redes utilizadas por los pescadores artesanales de la costa occidental de B.C.S. Tomado de Michigan Sea Grant, (2010) y modificado por el autor……..…….. 22
Figura 9. Características de las palangres y anzuelos utilizados por los pescadores artesanales de la costa occidental de B.C.S. Tomado de Santana-Hernández, (2001) y modificado por el autor…….. 23
Figura 10. Distribución de frecuencia por sexo para los elasmobranquios capturados con redes en la costa occidental de B.C.S. La *n* hace referencia al número de individuos medidos a partir de los cuales están basados los histogramas, y no necesariamente al número total de individuos capturados. Las hembras están representadas con columnas negras, los machos por las columnas blancas y los individuos indiferenciados por las columnas grises. Las líneas punteadas indican la talla de primera madurez de acuerdo a los siguientes autores: Ebert, (2003) (a,c,d,e,g,h,I,L,n,p,v,x,z); Hoyos-Padilla, (2003) (b); Villacicencio-Garayzar *et al*., (1994) (f); Compagno, (2001) (j); Shoou-Jeng y Hua-Hsun, (2005) (k); Pérez-Jiménez y Sosa-Nishizaki, (2008) (m); Villavicencio-Garyazar, (1996b) (q); Villavicencio-Garayzar y Bizzarro, (2004) (r); Carrera-Fernández *et al*., (2010) (s); Castillo-Geniz, (2007) (t); Pérez-Jiménez, (2001) (u); Bizzarro *et al*., (2007a) (w); Villavicencio-Garayzar, (1996a) (y); Villavicencio-Garayzar, (1995) (ab). En los casos donde exista una diferencia sustancial en la talla de primera madurez entre sexos las líneas se denominaron M (Machos) o H (Hembras). …… 35
Figura 11. Distribución de frecuencia por sexo para los elasmobranquios capturados por palangres en la costa occidental de B.C.S. La *n* hace referencia al número de individuos medidos a partir de los cuales están basados los histogramas, y no necesariamente al número total de individuos capturados. Las hembras están representadas con columnas negras, los machos por las columnas blancas y los

individuos indiferenciados por las columnas grises. Las líneas punteadas indican la talla de primera madurez de acuerdo a los siguientes autores: Ebert, (2003) (c,f), Hoyos-Padilla, (2003) (a); Shoou-Jeng y Hua-Hsun, (2005) (b); Carrera-Fernández *et al*., (2010) (d); Bejarano-Álvarez *et al*., (2010) (e). En los casos donde exista una diferencia sustancial en la talla de primera madurez entre sexos las líneas se denominaron M (Machos) o H (Hembras)…… 41

Figura 12. Curvas acumulativas para las especies de elasmobranquios, por artes de pescas (redes y palangres) y por temporadas de pesca (primavera, verano, otoño e invierno), de acuerdo al número de viajes muestreados. Donde Sobs=especies observadas, p=pendiente…… 44

Figura 13. Categorías de la UICN para las especies de elasmobranquios registradas en la costa occidental de B.C.S. Abreviaturas: DD: Datos Insuficientes; LC: Preocupación Menor; NT: Casi Amenazado; VU: Vulnerable; EN: En Peligro…….. 51

Figura 14. Capturas históricas de elasmobranquios en Baja California Sur de 1997 a 2009……... 54

Figura 15. Mapa biogeográfico de la costa occidental de Norteamérica……... 60

Lista de tablas

Pagina

Tabla 1. Características de los campos artesanales. El tipo, hace referencia a la infraestructura de los campos, clasificándose como: A (con poca o nula infraestructura), B (moderada infraestructura) y C (infraestructura significativa). La Permanencia (Perm.), hace referencia si los campos son permanentes (P) o temporales (T). Las capturas, refiere al complejo de especies capturadas por campo, en orden al esfuerzo pesquero. Los códigos usados son: ER: elasmobranquios capturados por redes; EP: elasmobranquios capturados por palangre; T: teleósteos; I: invertebrados (A: abulón, L: langosta, C: cangrejo, G: gasterópodos, B: bivalvos, Pm: pepino de mar, P: pulpo, Ca: camarón). Pangas, es el número de embarcaciones presentes en los campos durante los muestreos (se observa el número máximo/mínimo cuando se observó fluctuación en el esfuerzo por temporadas). Los asteriscos colocados en algunos campos denotan los campos artesanales que fueron muestreados para la obtención de datos biológicos de los elasmobranquios.....…… 24

Tabla 2. Temporalidad y número de embarcaciones de acuerdo al arte de pesca……..… 25

Tabla 3. Especies de elasmobranquios capturados por redes y palangre en la costa occidental de Baja California Sur del 2000 al 2010. Observándose el número de individuos registrados (*n*) y el porcentaje en la composición de especies. CPUE hace referencia a la captura promedio por embarcación. E.S., hace referencia al error estándar……..…….. 26

Tabla 4. Información estadística para las especies menos abundantes capturadas por redes. Donde *n*<16 individuos. cm es el promedio de la talla ± d.e. (desviación estándar) para la medida especifica adoptadas para cada especie (msmnt).……..……..…….. 37

Tabla 5. Información estadística para las especies menos abundantes capturadas por palangres. Donde *n*<16 individuos. cm es el promedio de la talla ± d.e. (desviación estándar) para la medida especifica adoptadas para cada especie (msmnt).……..……..…….. 38

Tabla 6. Pruebas de normalidad para las especies (*n*≥50 individuos) capturadas por redes de enmalle……..…… 40

Tabla 7. Pruebas de normalidad para las especies (≥50 individuos) capturadas por palangre…….. 42

Tabla 8. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por temporadas, para las especies registradas en la costa occidental de Baja California Sur, durante el periodo 2000-2010……. 45

Tabla 9. Ordenamiento de las especies de acuerdo a las provincias marinas propuestas por varios autores. En la primera columna se encuentran las especies que se distribuyen a lo largo de toda la costa occidental

de B.C.S. La segunda columna representa a las especies de elasmobranquios afines a la provincia de California. La tercera columna está representada por las especies afines a la provincia de Cortés. Las especies se encuentran ordenadas de su mayor a menor abundancia relativa…….. …….. 47
Tabla 10. Índices de diversidad aplicados en la costa occidental de B.C.S……. 48
Tabla 11. Evaluación de la lista roja de los tiburones capturados en la costa occidental de Baja California Sur…… 49
Tabla 12. Evaluación de la lista roja de los batoideos capturados en la costa occidental de Baja California Sur…… 51

Glosario

Áreas de crianza de elasmobranquios: zona generalmente costera donde están presentes las crías de tiburones y rayas, las hembras adultas aparecen preñadas con embriones terminales en la época de expulsión de crías (Heupel, y Simpfendorfer, 2005).

Captura Incidental: es la extracción de cualquier especie no comprendida en la concesión o permiso respectivo, ocurrida de manera fortuita (LGPAS, 2007).

CPUE: captura por unidad de esfuerzo. Medida pesquera de abundancia relativa referida a un valor de captura por lance o viaje (Ehrhardt, 1990).

Desarrollo Pesquero: es la expansión del esfuerzo efectivo a través de un conjunto de programas de ayuda con la finalidad de lograr ciertos objetivos (Panayotou, 1983).

Diversidad: es la relación entre el número total de especies en la comunidad y la distribución de las abundancias (equidad) (Ludwing y Reynolds, 1988).

Elasmobranquios: grupo de peces que presentan un esqueleto cartilaginoso, que poseen generalmente cinco pares de aberturas branquiales en posición lateral (algunas especies poseen seis o siete branquias), están ubicados taxonómicamente en la Subclase *Elasmobranchii* de la Clase C*hondricthyes* (Hamlett, 1999).

Embarcación Menor: unidad de pesca de menos de 10.5 m de eslora, sin cubierta, con capacidad máxima de carga de tres toneladas, que utiliza como propulsión cualquier medio motorizado fuera de borda o manual (DOF, 2007).

Estrategia de Manejo: son recomendaciones para el manejo adecuado de la pesquería, de acuerdo con la información analizada de los estudios pesqueros (CNP, 2010).

Gonopterigios: órganos copuladores del macho, que son modificaciones de los bordes internos de las aletas pélvicas y se prolongan hacia atrás, son característicos de los elasmobranquios (Álvarez del Villar, 1978)

Medidas de Manejo: indica la forma en la que la pesquería es administrada (CNP, 2010).

Ordenación Pesquera: es la prosecución de ciertos objetivos mediante el control directo o indirecto del esfuerzo pesquero efectivo o algunos de sus componentes (Panayotou, 1983).

Plan de Manejo Pesquero: es el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella (LGPAS, 2007).

Pesquería: es la actividad económica sustentada en el aprovechamiento de un recurso natural, constituido por una o varias especies, en el cual intervienen medios técnicos y procedimientos de producción particulares y diferenciados y mano de obra con calificación especifica; presente regularidades tecnológicas y se conciben de manera integral (extracción, procesamiento y comercialización) (CNP, 2010).

Pesca Artesanal: es la pesca en pequeña escala que se caracteriza por utilizar tecnologías de gran densidad de mano de obra para la captura, el procesamiento y la distribución, con el fin de explotar los recursos pesqueros marinos y de aguas continentales (COFI, 2003).

Riqueza específica: número de especies presentes en una unidad geográfica definida arbitrariamente (Begon *et al*., 1996).

Resumen

Las pesquerías artesanales en México proveen aproximadamente el 40% de la captura nacional total; asimismo este tipo de pesquería proporciona el 80% del esfuerzo pesquero dirigido a los elasmobranquios. En 2009, Baja California Sur fue el segundo estado con mayor captura de elasmobranquios de la costa del Pacífico Mexicano. El objetivo del presente estudio fue caracterizar y describir la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa occidental de Baja California Sur, durante el periodo de 2000 al 2010. Se documentaron 60 campos artesanales, de los cuales en 45 se capturan elasmobranquios como objetivo primario o secundario. Para la captura de este recurso se usaron como arte de pesca primario redes de enmalle y palangres. Se identificaron 52 especies de elasmobranquios. Las redes representaron el 73.5% del esfuerzo pesquero, las especies que dominaron las capturas fueron: la guitarra común (*Rhinobatos productus*; 28.6%), el cazón pardo (*Mustelus henlei*; 24.2%) y la raya gavilán (*Myliobatis californica*; 11%). Los palangres representaron el 26.5% del esfuerzo pesquero, capturándose con mayor frecuencia: el tiburón azul (*Prionace glauca*; 70%) y el tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*; 23%). Se registró un elevado nivel de diversidad de elasmobranquios, de acuerdo al índice de Shannon-Wiener (H'= 2.34 ± 0.01 e.s.). A pesar de la presencia de especies con amplia distribución, en el presente trabajo se observó un patrón biogeografico significativo de acuerdo a la abundancia de algunas especies distribuidas en la parte sur y norte de Bahía Magdalena. Los resultados del presente estudio pueden ser utilizados para detectar futuros cambios en la estructura de las poblaciones de elasmobranquios explotadas comercialmente.

Palabras claves: *Baja California Sur, Biogeografía, Diversidad de elasmobranquios, Pesquería de pequeña escala.*

Abstract

Artisanal fisheries in Mexico support approximately 40% of the total national catch; further this type of fishery provides 80% of fishing effort on elasmobranchs. In 2009, Baja California Sur had the second largest catch of elasmobranchs on the Mexican Pacific coast. The objective of the present study was to characterize and describe the artisanal elasmobranch fishery of Pacific coast of Baja California Sur from 2000 to 2010. Sixty artisanal camps were documented, of which 45 targeted elasmobranchs, using primarily bottom set gillnets and longlines. Fifty two elasmobranch species were identified in the study region. Gillnetting accounted for 73.5% of the fishing effort and most frequently captured shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*; 28.6%), brown smooth-hound (*Mustelus henlei*; 24.2%) and California bat ray (*Myliobatis californica*; 11%). Longline fishing accounted for 26.5% of effort, most frequently capturing blue shark (*Prionace glauca*; 70%) and mako shark (*Isurus oxyrinchus*; 23%). A high elasmobranch diversity level was registered, according to the Shannon-Wiener index (H'= 2.34 ± 0.01 s.e.). Despite the dominance of species with wide distributions, we observed a significant biogeographic pattern in the abundance of some species south and north of Bahia Magdalena. Results of the present study will be useful to detect changes in the structure of commercially exploited elasmobranch populations.

Keywords: *Baja California Sur*, *Biogeography, Elasmobranchs diversity, Small-scale fishery*.

1. Introducción

1.1 *Pesquería artesanal*

La pesca es una actividad que el hombre ha desarrollado desde los primeros tiempos, al inicio para subsistencia directa y posteriormente como actividad económica relacionada con el abasto de alimentos a la población. Con el tiempo la pesca se ha convertido en una actividad compleja, la cual actualmente incluye ámbitos tanto biológicos, tecnológicos, sociales, económicos y políticos (Kesteven, 1973; Montoya-Campos, 2009).

La pesquería artesanal se caracteriza por ser una actividad económica que se realiza en zonas remotas de muchos países costeros, especialmente en áreas donde las fuentes alternativas de empleo son escasas; además desempeñan un papel crucial en la creación de empleo, generación de ingresos y reducción de la pobreza (Mathew, 2001; Ponce-Díaz *et al*., 2009).

Con la adopción generalizada de la motorización, la pesca artesanal ha crecido significantemente en las dos últimas décadas a nivel mundial. El rápido crecimiento o expansión de las pesquerías artesanales en los regímenes de acceso abierto ha comenzado a ejercer presión excesiva sobre los recursos costeros de la pesca, como el caso de los elasmobranquios. En el presente escenario, es urgente y necesario tomar medidas de manejo para tener mejores mecanismos de sustentabilidad (Mathew, 2001).

La pesquería artesanal ha contribuido con el 25% de las capturas mundiales, representaron la mitad del producto destinado al consumo humano directo (Mathew, 2001). En México las pesquerías artesanales son de gran importancia ya que sostienen cerca del 40% de la captura total nacional y comprendió el 80% del esfuerzo pesquero dirigido a los elasmobranquios (Arreguin-Sánchez *et al*., 2004; Bizzarro *et al*., 2007a). Estas pesquería representa una fuente importante de empleo, además proporciona sustento e ingresos de algunos de los sectores más pobres de la sociedad mexicana (Ponce-Díaz *et al*., 2009; Cartamil *et al*, 2011).

En 2008 se registraron un total de 102,807 embarcaciones menores correspondiente a la pesquería artesanal en México, las cuales están enfocadas a la

captura principalmente de peces teleósteos, tiburones, crustáceos, moluscos y equinodermos (Ponce-Díaz *et al*., 2009; Ramírez-Rodríguez, 2011).

1.2 *Elasmobranquios recurso pesquero*

Uno de los recursos pesqueros de mayor preocupación en la actualidad son los elasmobranquios, ya que a nivel mundial se ha registrado una sobrepesca de varias especies, lo cual ha ocasionado la disminución de sus poblaciones (Bonfil, 1994; Camhi, 1998; Galván-Magaña, 2009). Una de las razones por lo que las pesquerías de elasmobranquios han disminuido es debido, a que estos organismos tienen tasas de crecimiento lento y bajas tasas de reproducción (Walker, 1998).

Asimismo desde el punto de vista ecológico, la disminución de los elasmobranquios como depredadores tope, afectaría negativamente los ecosistemas, ya que la remoción de estos depredadores puede tener efectos sobre los niveles tróficos en la cadena alimenticia o en la red trófica de un ecosistema (Stevens *et al*., 2000; Schindler *et al*., 2002)

México ha sido históricamente uno de los países con mayor captura de elasmobranquios a nivel mundial, siendo en 2007 la sexta nación de mayor captura de elasmobranquios, representando el 4.3% de la captura mundial con un total de aproximadamente 34 mil toneladas (Fig. 1), (Sosa-Nishizaki *et al*., 2008; FAO, 2009). En 2009, la pesquería de elasmobranquios en México represento el 1.88% de la captura total nacional, registrándose una captura total de 29,952 toneladas. El litoral del Pacífico mexicano contribuyó con el 78.63 % de la captura total de elasmobranquios ese mismo (23,550 toneladas), (SAGARPA, 2009).

En México la pesca artesanal de elasmobranquios se realiza a lo largo de los dos litorales marinos con embarcaciones menores de menos de 10.5 m de eslora localmente llamadas “pangas” con motor fuera de borda. Para la captura de tiburones la pesquería artesanal contribuye con aproximadamente el 40% de la producción nacional, mientras que en el caso de los batoideos esta pesquería constituye prácticamente toda la captura nacional (DOF, 2007). Esta pesquería es multiespecifica ya que opera sobre la abundancia temporal de varias especies de tiburones y rayas (DOF, 2007; Sosa-Nishizaki *et al*., 2008).

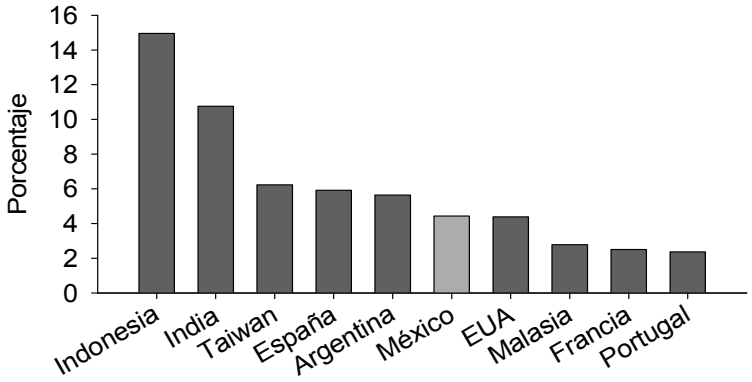


Figura 1. Países con mayor captura de elasmobranquios durante el 2007.

Los tiburones y rayas son tradicionalmente usados en México para alimentación de manera fresca, congelada o salada; asimismo las aletas de tiburón se exportan a comercios orientales, mientras que el despojo se usan para harina de pescado. Actualmente la piel de los tiburones es usada en el negocio de cuero y el cartílago para la medicina natural (Castillo-Géniz, 1992; Bonfil, 1994; Sosa-Nishizaki *et al*., 2008).

Baja California Sur (B.C.S.) es uno de los estados dentro del litoral del Pacífico mexicano con mayor captura de elasmobranquios; en 2009 fue el segundo estado con más capturas representando el 17% de la captura total del Pacífico (4,004 toneladas), superado por el estado de Sinaloa (Fig. 2), (SAGARPA, 2009). En B.C.S. la pesquería artesanal se realiza en gran o pequeña escala por permisionarios, cooperativas y pescadores libres, que van desde aquellos que cuentan con un sistema que apoya su trabajo, hasta aquellos que se encuentran entre los grupos más pobres de la sociedad (Méndez-García, 2005). En 2009 el sistema de información sobre la pesca reveló que en B.C.S. se registraron 418 unidades económicas relacionadas a la pesca de pequeña escala, de las cuales el 50% fueron privadas y el otro 50% se manejo por un sector social (cooperativas). En total se concedieron 1566 permisos de pesca, con la participación de 4836 embarcaciones de pesca que se enfocaron en la explotación de 20 grupos de especies, incluyendo a los elasmobranquios (Ramírez-Rodríguez, 2011). La pesquería de elasmobranquios a lo largo de la costa occidental de B.C.S. ha sido un recurso pesquero de gran

relevancia en las comunidades rurales (Ponce-Díaz *et al*., 2009; Ramírez-Rodríguez, 2011).

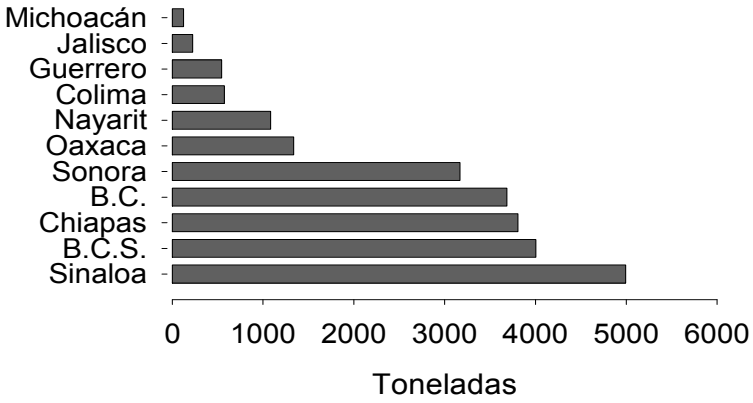


Figura 2. Captura de elasmobranquios en el Pacífico mexicano en 2009.

En B.C.S. se realiza la pesca artesanal de elasmobranquios en ambas costas del estado, sin embargo actualmente esta actividad se realiza con mayor frecuencia en la costa occidental de la entidad, debido principalmente a la sobrepesca de tiburones en el Golfo de California efectuada hasta 1998, ya que a partir de entonces las poblaciones de las diferentes especies disminuyeron drásticamente y no se han recuperado (Galván-Magaña, 2009). En este contexto, en el presente trabajo se pretende determinar cuáles son las especies de elasmobranquios que soportan las pesquerías artesanales, conocer la variación espacio-temporal y proveer información biológica para las especies capturadas en la costa occidental de B.C.S.; esta información es básica para poder realizar un manejo adecuado de este recurso pesquero, el cual ha sido difícil, debido a la falta de información detallada sobre las actividades pesqueras en diferentes localidades.

2. Antecedentes

Se han realizado varios trabajos enfocados a la caracterización de la pesquería artesanal para el grupo de los elasmobranquios en el noroeste de México. Uno de los primeros estudios fue el realizado por Bizzarro *et al*. (2009a) quienes realizaron caracterización de la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa del estado de Sinaloa. Se registraron 28 campos pesqueros que en su mayoría se enfocaron en la pesca de elasmobranquios en todas las temporadas del año. Los tiburones dominaron numéricamente los desembarques. El tiburón martillo, *Sphyrna lewini* fue la principal especie objetivo, capturándose principalmente individuos juveniles. En verano los batoideos particularmente *Rhinoptera staindachneri*, fueron dominantes.

Por otra parte Smith *et al*. (2009) realizaron la descripción de la pesquería artesanal de este mismo grupo de peces en la costa oriental de Baja California (B.C.). Se identificaron 17 especies de tiburones y 15 de batoideos. La contribución de tiburones de rayas y tiburones en los desembarques fue similar. Se capturaron tiburones pequeños y batoideos principalmente con redes de enmalle de fondo, mientras que los tiburones de mayor tamaño se capturaron con redes de deriva principalmente en verano y otoño. En general, los desembarques estuvieron dominados por mustélidos (*Mustelus henlei*, *Mustelus* spp.) y la guitarra común *Rhinobatos productus*.

Asimismo Bizzarro *et al*. (2009b) caracterizaron la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa este de B.C.S. Se registraron 83 campos artesanales, de los cuales el 48.2% de los campos se enfocaron en la captura de elasmobranquios; se observó que los tiburones dominaron numéricamente los desembarques en todas las temporadas. Las principales especies capturadas fueron *S. lewini*, *Squatina californica*, *Prionace glauca* y *Rhizoprionodon longurio*.

Además Bizzarro *et al*. (2009c) describieron la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa de Sonora. Se documentaron 19 campos pesqueros, observándose que la mayoría (84.2%) se enfocaban en la captura de elasmobranquios. La mayoría de los tiburones y rayas demersales fueron capturados por las redes de enmalle, mientras que los tiburones grandes se capturaron con palangre. Las rayas fueron el grupo que dominaron numéricamente los

desembarques y la tasa de captura incluyendo al grupo de tiburones fue mayor en los meses de primavera y verano. La especie con mayor frecuencia de capturas fue *R. productus*.

Por último Cartamil *et al*. (2011) caracterizaron la pesquería artesanal de elasmobranquios en costa occidental de B.C. Se registraron 44 campos pesqueros, de los cuales únicamente cinco campos dirigieron su esfuerzo a la captura de elasmobranquios y en 25 campos, los elasmobranquios fueron la captura secundaria. Se identificaron 25 especies de elasmobranquios, siendo *P. glauca* y *R. productus* las especies con mayor frecuencia en las capturas.

Se han realizado pocos trabajos enfocados a la caracterización de la pesquería artesanal de elasmobranquios en B.C.S., uno de los primero estudios fue el realizado por Galván *et al*. (1989), quienes describieron la pesquería artesanal de la parte suroeste del Golfo de California, registrando que fueron siete las especies de tiburones con mayor frecuencia en las capturas: *Mustelus lunulatus*, *Heterodontus mexicanus*, *S. lewini*, *S. californica*, *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna zygaena* y *R. longurio*.

Otro estudio fue el realizado por Villavicencio-Garayzar (1996), quien registró que son 37 especies de elasmobranquios de importancia comercial en B.C.S. Las especies que se capturaron con mayor frecuencia fueron las pertenecientes al género *Mustelus* spp., *Carcharhinus* spp. y *Sphyrna* spp. La única especie de batoideo que se capturo comercialmente fue *R. productus*. Asimismo menciono que las temporadas de mayor importancia en la pesca fueron primavera y verano.

Alonso-Castelán (1998), realizó un trabajo sobre las capturas comerciales de elasmobranquios en B.C.S. Este autor propone la división de la franja costera en cuatro zonas de pesca: las dos primeras localizándose en la costa occidental del estado y las dos restantes en la costa oriental. La zona I comprendió de Guerrero Negro a San Juanico, la zona II de San Juanico a Cabo San Lucas, la zona III de Cabo San Lucas a Loreto y por último la zona IV de Loreto hasta la frontera ente los estados de B.C.S. y B.C. Los resultados de este estudio fueron generalizados, ya que se dividieron en cazón, tiburón y mantarraya; la única especie estudiada de manera particular fue el tiburón angelito (*S. californica*), por lo cual los resultados en

este trabajo no contribuyeron en información determinante para el manejo de esta pesquería.

Además Ramírez-González (2002), estudio la captura comercial de tiburones pelágicos en la costa occidental de B.C.S., tomando como fuente de información las bitácoras de pesca de tres embarcaciones. En este trabajo se registró que las especies más capturadas fueron: *P. glauca*, *Isurus oxyrhincus*, *C. falciformis*, *Alopias pelagicus* y *S. zygaena*.

Asimismo Jaime-Rivera (2004), realizo un estudio de la captura de tiburones pelágicos en la costa occidental de B.C.S. y su relación con cambios ambientales. Las especies más comunes en las capturas fueron, *P*. *glauca*, *C*. *falciformis*, *I*. *oxyrhincus* y *A*. *pelagicus*. También observaron una relación entre la disponibilidad de captura y la temperatura superficial del mar para las dos especies más abundantes en las capturas (*P*. *glauca* y *C*. *falciformis*).

Por último Rodríguez-Romero *et al*. (2008), describieron la composición taxonómica y relaciones zoogeográficas de los peces demersales de la costa occidental de B.C.S. En este estudio se identificaron 30 especies de elasmobranquios, de los cuales 13 pertenecieron al grupo de los tiburones y 17 a los batoideos.

3. Justificación

Los elasmobranquios son un recurso pesquero importante, ya que pueden aprovecharse íntegramente, pero son susceptibles a disminuir si la pesquería no se efectúa de manera ordenada (Márquez–Farías, 2002). Sin embargo, la falta de planeación ha implicado un crecimiento desordenado a la par de una presión excesiva sobre este recurso pesquero. Este tipo de pesquerías explota una gran diversidad de especies, además emplean artes de pesca múltiples con diferente selectividad, situación que dificulta la obtención de información estadística confiable (Bonfil, 1997; Castillo–Géniz *et al*., 1998).

La gestión de una pesquería sustentable de elasmobranquios en México ha sido obstaculizada principalmente por la falta de datos viables y confiables de esta pesquería. Por ejemplo los registros oficiales de los elasmobranquios solo reconoce tres categorías: tiburones (tiburones mayores a 150 cm de longitud total), "cazones" (tiburones pequeños de menos de 150 cm de longitud total) y rayas o mantarayas (todos los batoideos), el cual es un esquema que da poca información acerca de la composición e ignora la distinción entre tiburones pequeños y juveniles de los tiburones grandes, por lo cual esto es un obstáculo para el manejo adecuado de esta pesquería (Bonfil, 1997; Castillo–Géniz *et al*., 1998; Galván-Magaña, 2009).

Asimismo esta gestión ha sido difícil debido a que esta es una pesquería heterogenea debido al uso de varias artes de pesca y la variabilidad en las temporadas de capturas. La información cuantitativa detallada sobre la composición específica de la captura es un requerimiento básico para establecer posibles efectos de la pesca en poblaciones de especies objetivo y en las comunidades a las que pertenecen y contribuyen al establecimiento de líneas base para la comparación de la diversidad biológica, pero desafortunadamente no se cuenta con esa información en la costa occidental de B.C.S. (Bonfil, 1997; Castillo–Géniz *et al*., 1998; Márquez–Farías, 2002).

Entre los principales problemas que se asocian al ordenamiento y desarrollo de las pesquerías se encuentra la falta de conocimiento que se tiene sobre ellas. Se requiere más información biológica y ecológica de las especies explotadas. La producción potencial máxima que puede esperarse de cualquier recurso y su

vulnerabilidad a la presión de pesca está en función de las características de su ciclo de vida. También se requiere información sobre la estructura y función del sistema pesquero y sobre todo los aspectos económicos asociados a la actividad (Méndez-García, 2005).

En los últimos años se ha hecho un esfuerzo importante para describir la pesquería artesanal de elasmobranquios en varias regiones del noroeste mexicano como: Sinaloa, (Bizzarro *et al*., 2009a), la costa oriental de B.C. (Smith *et al*., 2009), la costa oriental de B.C.S. (Bizzarro *et al*., 2009b), Sonora (Bizzarro *et al*., 2009c), la costa occidental de B.C. (Cartamil *et al*., 2011), haciendo notar que hace falta caracterizar con mayor detalle la costa occidental de B.C.S., por lo cual, el presente trabajo se enfoco a estudiar esta región en particular. Por lo tanto con la culminación de este estudio se complementa la caracterización de la pesquería artesanal de todo el noroeste mexicano.

En la costa occidental de B.C.S. existen muchas áreas remotas donde es desconocido cuantos campos artesanales permanentes o temporales existen, y cuál es el nivel de esfuerzo directamente en la captura de elasmobranquios. Además la información disponible de las especies capturadas por las pesquerías artesanales es limitada. La importancia de realizar este tipo de estudios, es generar información sobre la abundancia, distribución, ecológica y aspectos biológicos de los elasmobranquios presentes en la costa occidental de B.C.S., lo que permitirá tener un mayor conocimiento sobre este recurso y su explotación, esto contribuirá a generar herramientas para el manejo y aprovechamiento sustentable de estos recursos pesqueros artesanales. Además dicha información podría ser útil para regular el esfuerzo pesquero y a su vez servirá como base para un plan de manejo futuro, que lleven esta pesquería a un punto donde el recurso sea sustentable.

4. Objetivos

4.1 *Objetivo general*

Describir y caracterizar la pesquería artesanal de elasmobranquios en la costa occidental de Baja California Sur, durante el periodo comprendido entre los años 2000-2010.

4.2 *Objetivos particulares*

I. Determinar el número de campos artesanales que se enfocan en la captura de elasmobranquios a lo largo de la costa occidental de B.C.

II. Determinar la composición de elasmobranquios de los campos artesanales ubicados a lo largo de la costa occidental de B.C.S. y conocer las posibles variaciones espacio-temporal.

III. Aportar información biológica: diversidad, composición de tallas, proporción de sexos, para las principales especies capturadas.

IV. Estimar la captura por unidad de esfuerzo para las principales artes de pesca usadas para la captura de elasmobranquios.

V. Describir la pesquería artesanal de elasmobranquios en el área de estudio según el campo pesquero, arte de pesca, especies objetivo y temporadas.

5. Material y Métodos

5.1 *Área de estudio*

Baja California Sur cuenta con una superficie territorial de 73,677 km^2, la cual representa 3.8% del área del país. Ocupa el primer lugar en extensión de litorales con 2,220 km, que constituye el 22% del litoral nacional total; de estos 1,400 km corresponden al océano Pacífico y 820 km al Golfo de California (Cortés-Ortiz *et al*., 2006). La costa occidental se encuentra entre los 22° y los 27° latitud Norte y los 110° y los 113° longitud Oeste; formando parte de la región central del océano Pacífico oriental (Fig. 3), (INEGI, 2011). La región costera se caracteriza por una estrecha plataforma continental de menos de 37 km de ancho alcanzando su máxima amplitud de 68.5 Km aproximadamente enfrente de Sebastián Vizcaíno, San Ignacio y al norte del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas. En el área de estudio se reconoce la presencia de gradientes de distribución de la costa hacia mar abierto y de norte a sur, de las propiedades físicas, químicas y biológicas que son favorecidas por la influencia de corrientes marinas que presentan propiedades particulares y variaciones de intensidad de acuerdo al patrón espacial de circulación oceánica. La temperatura superficial promedio en esta región es de aproximadamente 11°C (Sverdrup *et al*., 1942; Álvarez-Borrego 1983; Funes-Rodríguez *et al*., 2007).

La costa occidental de B.C.S. forma parte del Sistema de la Corriente de California (SCC). El SCC es de tipo superficial (0 a 300 m de profundidad), se origina como un brazo del giro anticiclónico aproximadamente a los 40° N, constituye principalmente un amplio flujo hacia el Ecuador (Durazo *et al*., 2005; Gaxiola-Castro y Durazo, 2010). El límite sureño del SCC se encuentra en la región oceánica frente a la costa occidental de la Península de Baja California. En esta región el SCC presenta muchas de las características principales típicas de un sistema de circulación de frontera oriental; esto es, surgencias costeras en respuesta a vientos a lo largo de la costa, un flujo superficial predominante hacia el ecuador como respuesta al mecanismo forzante, y una contracorriente subsuperficial dirigida hacia el polo que fluye a lo largo del talud continental (~200–400 m) (Durazo *et al*., 2010).

La región sureña del SCC se considera como una zona de transición (Roden 1971), ya que cerca de la superficie confluyen la masa de Agua Subártica (ASA) transportada hacia el sur por el flujo de la Corriente de California (SCC), así como el Agua Tropical Superficial (ATS) y el Agua Subtropical Superficial (AStS) que provienen del sur y suroeste de la Península. Debajo de la superficie (100–400 m) el flujo hacia el polo de la Contracorriente de California (CCC) acarrea Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESs). A mayor profundidad (>500 m) se encuentra agua que se hunde en el Pacífico norte, conocida como Agua Intermedia del Pacífico (AIP). Las fronteras entre estas masas de agua cambian de posición en escalas temporales muy diversas, desde semanales hasta decadales. Los cambios en las fronteras y la mezcla resultante de su interacción establecen muchas de las condiciones que modulan la diversidad biológica y la variabilidad química en la región (Durazo *et al*., 2010; Gaxiola-Castro y Durazo, 2010).

Hubbs (1960) indicó que para la costa oeste de Baja California existen aéreas faunísticas discontinuas con presencia y mezcla de especies los cuerpos de agua litorales. La alta productividad en la costa occidental de B.C.S. se debe a que en ellas ocurren tanto transporte hacia el ecuador de aguas templadas como vientos favorables a surgencias costeras que en conjunto producen un transporte de aguas superficiales mar adentro y originan el afloramiento de aguas relativamente frías y ricas en nutrientes hacia la superficie durante todo el año (Zaytsev *et al*., 2003; Gaxiola-Castro y Durazo, 2010). Los sistemas costeros de la parte occidental de la Península de Baja California constituyen un área de particular interés zoogeográfico, debido a su compleja historia geológica y a la confluencia de los sistemas de corrientes de California y Norecuatorial, lo que ha producido un complejo de características ambientales climáticas que se traducen en una amplia variedad de hábitats para las especies marinas (Thomson *et al*., 1979).

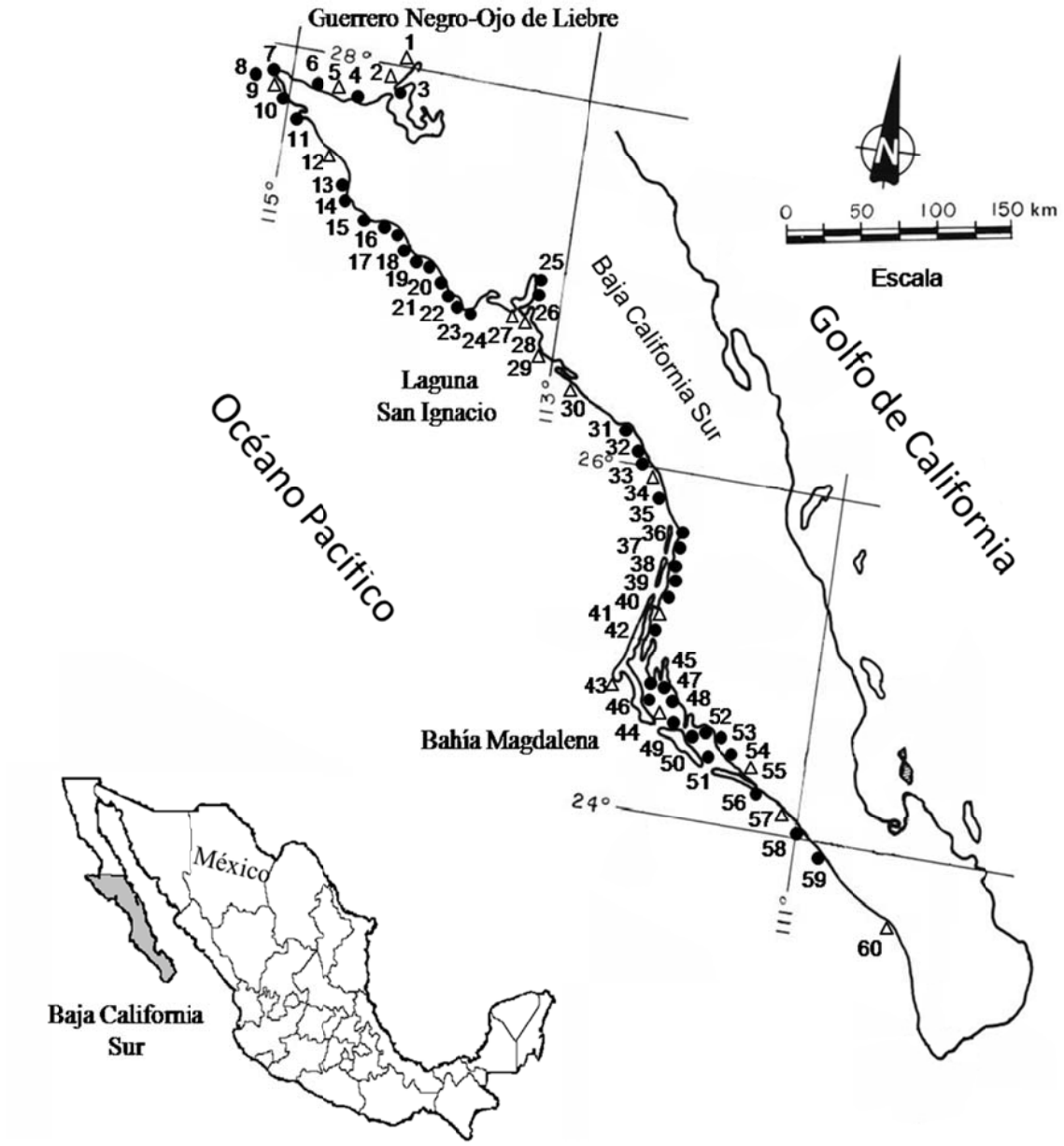


Figura 3. Ubicación de los campos artesanales a lo largo de la costa occidental de Baja California Sur, México. Los números hacen referencia a los códigos encontrados en la tabla 1. Los campos representados con triángulos, hace referencia a las localidades donde se muestrearon los elasmobranquios.

5.2 *Datos pesqueros*

Se describió la pesquería de elasmobranquios, para lo cual se realizó una visita prospectiva a todos los campos pesqueros ubicados a lo largo de la costa occidental de B.C.S., se hicieron las observaciones pertinentes para conocer cómo se desarrolla la actividad pesquera. La localización de cada campo fue realizada con un sistema de posicionamiento global (GPS). Las temporadas de pesca fueron definidas como: primavera (22 marzo-21 junio), verano (22 junio-21 septiembre), otoño (22 septiembre al 21 de diciembre) e invierno (21 diciembre- 21 de marzo). Los sitios de pesca se clasificaron de acuerdo al nivel de infraestructura propuesta por Bizzarro *et al*. (2009a): campos A, con poca o nula infraestructura; B, con una infraestructura moderada y C, campos con una infraestructura significativa. También se determinó si los campos fueron permanentes (P) o temporales (T) y el número de pangas activas para la pesca en general por sitio de pesca, (Tabla 1).

Asimismo se observo y describió que tipo de artes de pesca son utilizadas para la captura de elasmobranquios, para poder determinar que artes de pesca son las más comunes, para posteriormente estimar la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por arte de pesca. La CPUE fue definida como el número de individuos/embarcaciones/viajes, la cual se calculó también para cada temporada de pesca.

5.3 *Datos biológicos*

Para la toma de datos biológicos se realizaron visitas en 16 campos artesanales (campos Δ), en cada campo se muestrearon las pangas dedicadas a la pesca de elasmobranquios para poder determinar las especies objetivo, la composición general de las capturas, el arte de pesca empleado y su valor comercial. Los desembarques dirigidos a los elasmobranquios fueron identificados hasta el menor taxón posible y cuantificados. La identificación de las especies se realizó utilizando guías de identificación especializadas como: Compagno *et al*. (1995), McEachran y Notarbartolo di Sciara (1995), Ebert (2003) y Compagno *et al*. (2005).

Debido a que en ocasiones los elasmobranquios llegaban eviscerados a la playa en el momento del muestreo, los especímenes, por ejemplo, del género

Mustelus spp. fueron agrupados a género, cuando llegaban completos la identificación se realizó hasta nivel especie. Después de la identificación y cuantificación de los especímenes de elasmobranquios, se recabaron datos sobre la talla y la composición de sexos por especie, cabe señalar que fue necesario limitar el tiempo total de muestreo para interferir lo menos posible con las operaciones pesqueras. Las medidas estándar que se emplearon para los tiburones fueron: la longitud total (LT; usando la extensión natural de la aleta caudal), que incluye desde el extremo anterior del hocico hasta el extremo posterior de la aleta caudal; la longitud precaudal (LP) la cual comprende desde el extremo anterior del hocico hasta la furca y por último se medió la longitud alternativa (LA) (para el caso de tener tronchos), que incluye desde el inicio de la primera aleta dorsal, hasta el inicio de la segunda aleta dorsal si es que la presenta, (Fig. 4).

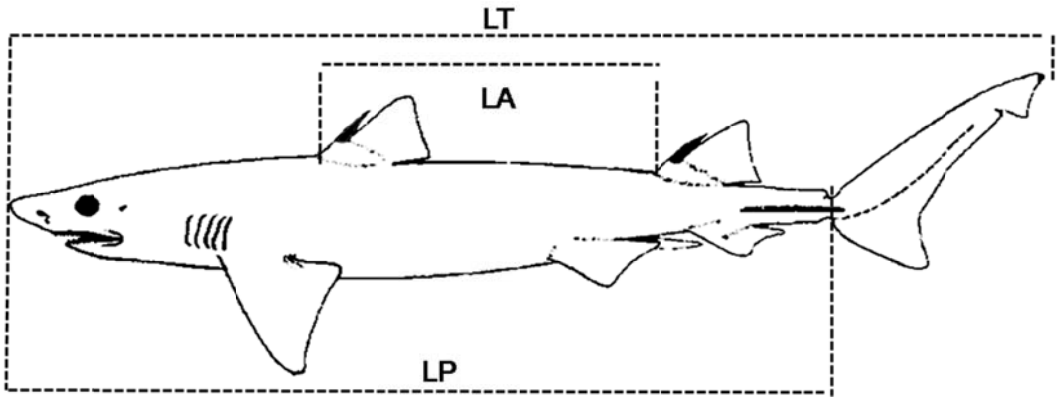


Figura 4. Medidas tomadas para los tiburones.

Las medidas que se emplearon para el grupo de los batoideos fueron la longitud total (LT), que incluye desde la punta del hocico hasta la punta de la cola, el ancho del disco (AD) que va desde la punta de la aleta pectoral hasta la punta de la otra aleta cuando ambas son extendidas y el largo del disco (LD) que comprende desde la punta del hocico hasta donde acaba las aletas pectorales, (Fig. 5). Todas las medidas se registraron al 0.5 cm más cercano (Compagno, 2001).

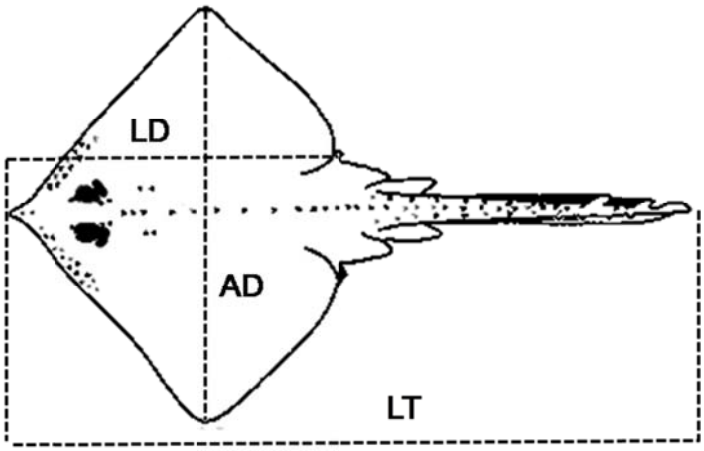


Figura 5. Medidas tomadas para los batoideos.

Otro dato que se incluyo, fue el sexo de cada especie capturada, el cual se identifico diferenciando al macho de la hembra por la presencia de órganos copuladores llamados gonopterigios, cuya longitud se midió (LG), desde la cloaca hasta la parte distal de la estructura, (Fig. 6).

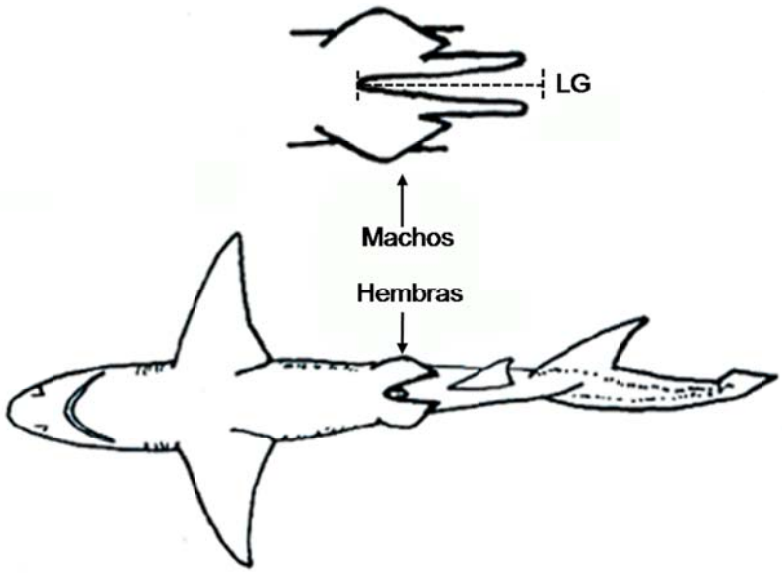


Figura 6. Diferenciación sexual y medida del gonopterigio en los machos.

La talla de primera madurez para las especies más importantes en la pesquería se tomó de literatura especializada. Los desembarques se totalizaron por estación del año para evaluar la composición de especies. Los especímenes medidos fueron empleados para determinar la composición de tallas y la proporción de sexos en los desembarques. Asimismo se determinó la composición de tallas por sexo para todas las especies de las cuales se midieron ≥50 individuos, se verificó su normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov). La composición de tallas se comparó mediante la prueba *t* o de Mann-Whitney (prueba *U*) según se consideró pertinente. Cuando los datos no cumplieron los supuestos para el análisis paramétrico se aplicaron transformaciones logarítmicas de manera independientes y los datos se volvieron a examinar con las pruebas antes mencionadas, sin embargo las transformaciones no fueron exitosas en ninguno de los casos, por lo cual se compararon las diferencias en la composición de tallas entre sexos usando los datos sin transformar. Se evaluó la proporción de sexos de hembras a machos entre los desembarques mediante la prueba chi-cuadrada con corrección por continuidad de Yates para los especímenes examinados directamente (Zar, 1996). Se realizaron histogramas de acuerdo a la composición de tallas para cada sexo por especie, con la talla de madurez para cada especie.

Para evaluar si el tamaño de muestra analizado en el presente estudio fue suficiente para estimar la composición de especies en las capturas para cada arte de pesca y para cada temporada, se realizaron curvas de acumulación de taxón (Gotelli y Cowell, 2001). Para determinar si los desembarques muestreados por embarcación habrían sido adecuados para describir las capturas, el promedio de la curva acumulada con el número de taxa de elasmobranquios presente en cada panga fue trazado en contra del número de embarcaciones agrupados al azar (Ferry y Cailliet, 1996). La composición de 1000 embarcaciones seleccionadas al azar fueron remuestreadas usando el programa EstimateS 8.2.0 v. (Colwell, 2006) para calcular el promedio y la desviación para cada muestra. La regresión lineal de los datos en bruto generado por las muestras de las embarcaciones se utilizaron para determinar cuantitativamente si las curvas alcanzan la asíntota, lo que significa que el número de muestra es suficiente (Bizzarro *et al*., 2007a).

Para evaluar el nivel de diversidad de los elasmobranquios la costa occidental de B.C.S. se uso el índice de Shannon-Wiener. Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

$$H = -\sum_{i=1}^{s} \rho_i \log_2 \rho_i$$

Donde, S es el número de especies en la muestra, ρ_i es la proporción en la que *i* th son las especies que contribuyen a la abundancia total de la muestra ($\rho_i=N_i/N$), N_i es el número de individuos de las *i* th especies en el N que es el número de individuos en la muestra. Permutaciones no paramétricas y bootstrap (Manly, 2007) fueron los métodos estadísticos aplicados con el propósito de estimar el promedio del índice de diversidad.

También se analizó el grado de dominancia de los elasmobranquios utilizando los índices D de Simpson. Este índice toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Magurran, 1988):

$$D = \sum \left(\frac{ni}{n} \right)^2$$

Donde, *ni* es el número de individuos del taxón i y *n* es el número de individuos de todos los taxones.

Asimismo también se determinó el grado de equidad de la captura de los elasmobranquios utilizando el índice de *J*' de Pielou (1975). Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada:

$$J' = H' / H_{\max}$$

Donde *H*' hace referencia al índice de Shannon-Winner y H_{max} (ln *S*), es el número de especies.

5.4 *Análisis biogeográfico*

Los análisis de afinidad zoogeográfica se hicieron de acuerdo a las divisiones biogeográficas sugeridas por varios autores: Briggs, 1974; Walker, 1960; Hastings, 2000; Horn *et al*., 2006; Spalding *et al*., 2007; Robertson y Cramer, 2009, para la costa occidental de la Península de Baja California. Las divisiones consideradas fueron: Provincia de California (correspondiente a aguas templadas), que va de Punta Concepción, California hasta Bahía Magdalena, B.C.S. y la Provincia de Cortés que se extiende del sur de Bahía Magdalena hasta el Golfo de California. Basado en lo antes mencionado, el área de estudio se dividió de acuerdo a las afinidades biogegráficas antes mencionadas, las localidades que abarcan desde el campo La Isla en Guerrero Negro hasta la localidad de López Mateos (Fig. 3) (zona norte) son afines a la Provincia de California; mientras que las localidades que van desde San Lazaro, hasta Punta lobos (Fig. 3) (zona sur) son afines a la Provincia de Cortés. Se estimó el índice de diversidad para cada Provincia y se realizó su comparación mediante la prueba *t*. Asimismo se utilizó el índice de Jaccard como medida de similitud entre la composición de especies para cada zona, este índice de presencia-ausencia toma en cuenta la relación entre el número de especies comunes y el total de especies encontradas en el par de muestras a ser comparadas. Excluye las ausencias conjuntas; las concordancias; y las discordancias reciben igual ponderación:

$$\mathrm{Jac}_{ij} = \frac{a}{a + b + c}$$

Donde *a* es el número de especies compartidas (presentes tanto en la localidad *i* y *j*), *b* es el número de especies presentes solo en la localidad *i* y *C* es el número de especies presentes solo en la localidad *j*.

5.5 *Análisis del estado de amenaza*

Por último se realizó un análisis para conocer el estado de amenaza de las especies de elasmobranquios identificadas en la pesquería artesanal en la costa occidental de B.C.S.; para lo cual se realizó la búsqueda de las especies en la lista roja propuesta por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Las

especies que se encuentran en la lista roja están clasificadas según su riesgo de extinción en nueve categorías: No Evaluado (NE); Datos Insuficientes (DD); Preocupación Menor (LC); Casi Amenazado (NT); Vulnerable (VU); En Peligro (EN); En Peligro Critico (CR); Extinto en Estado Silvestre (EW) y Extinto (EX), (UICN, 2001), (Fig. 7).

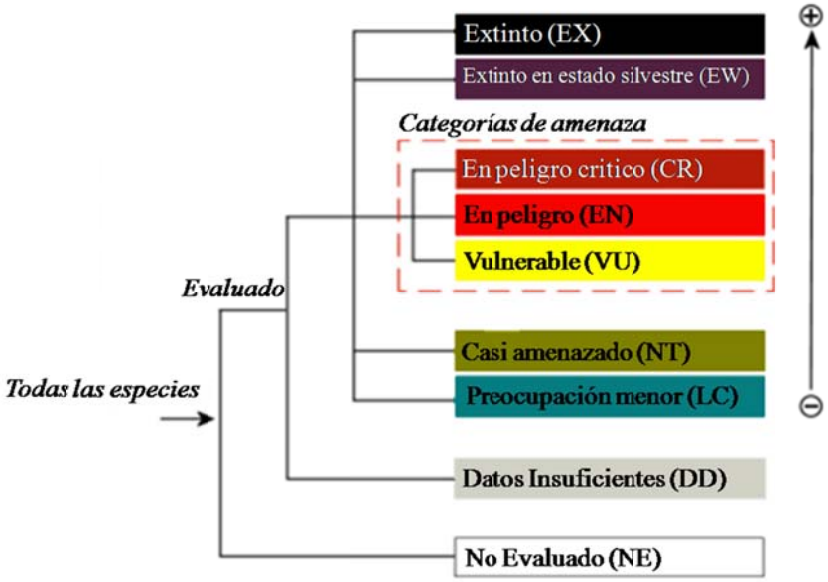


Figura 7. Clasificación de los criterios propuestos por la UICN

6. Resultados

6.1 *Descripción de la pesquería*

Se registraron 60 campos artesanales a lo largo de la costa occidental de B.C.S. (Fig. 3), documentándose una gran variabilidad en los campos, desde campos pequeños en donde la pesca se realiza en forma temporal, hasta campos con una infraestructura significativa en donde la pesca se realiza de forma permanente (Tabla 1). En la Tabla 1 se detalla las características de todos los campos registrados en el área de estudio.

La captura de elasmobranquios se realizó en el 75% (*n*=45) de los campos artesanales de la región, ya sea como especie objetivo (6 campos) o especie secundaria (39 campos). La mayoría de los campos contaron con infraestructura moderada (57%; *n*=34), seguido de los campos desarrollados con infraestructura significativa (25%; *n*=15), por último estuvieron los campos con nula o poca infraestructura (18%; *n*=11). Asimismo se observó que el 65% (*n*=37) de los campos son permanentes. El número de embarcaciones menores, involucradas a la pesca en general, fue variable entre los campos, varió de cinco embarcaciones (campo: La Freidera) a aproximadamente 113 (campo: Puerto Adolfo López Mateos), (Tabla 1).

Se muestrearon 16 campos artesanales a lo largo de la costa occidental de B.C.S. durante 292 días de muestreo en el periodo de 2000-2010, para la descripción de la pesquería de elasmobranquios (Tabla 2). El número de viajes muestreados fue de 635, de los cuales 416 correspondieron a embarcaciones que utilizaron las redes como arte de pesca y 219 concernieron a las embarcaciones que utilizaron palangre como arte de pesca. En la Tabla 2, se observan específicamente el número de viajes muestreados para cada temporada, por arte de pesca.

Las redes de enmalle de fondo fueron la principal arte de pesca empleado, las cuales se despliegan sobre la plataforma continental. Estas redes están hechas principalmente de monofilamento y tienen una longitud que va desde 800 a 1000 m, con profundidad de hasta 2 m, los tamaños de malla son muy variables, van desde 7.6 a 25.4 cm (Fig. 8). Estas redes son desplegadas a menudo por 24 hrs antes del periodo de ser recuperadas y en promedio se usan dos redes por embarcación. Con

las redes se capturaron principalmente elasmobranquios costeros, como son batoideos y tiburones pequeños (cazones).

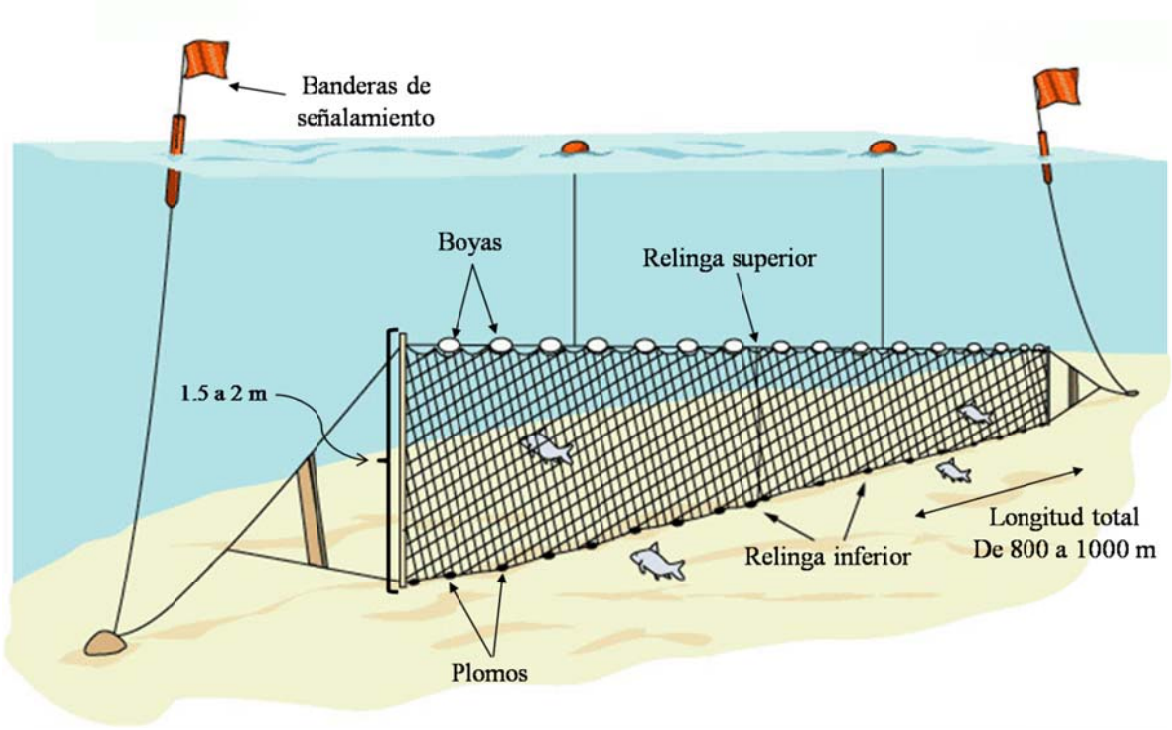


Figura 8. Características de las redes utilizadas por los pescadores artesanales de la costa occidental de B.C.S. Tomado de Michigan Sea Grant, (2010) y modificado por el autor.

Los tiburones pelágicos de mayor tamaño fueron capturados principalmente con palangres. Los cuales tienen una longitud que va desde 1.5 a 3 km, el número de anzuelos por palangre fue variable (rango 250 a 400), con una profundidad de 5 a 10 m. El tipo de anzuelo comúnmente utilizado es el tipo “J” (6-8 cm de longitud), (Fig. 9). En promedio se utilizan dos palangres por embarcación, el tiempo de pesca va de diez a quince horas, en ocasiones la pesca llega a extenderse por dos días.

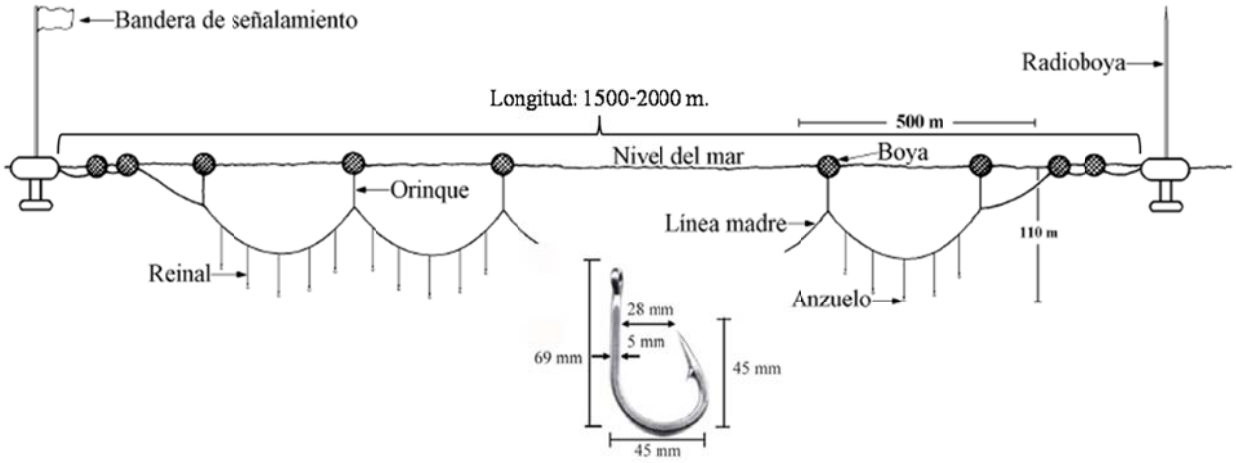


Figura 9. Características de las palangres y anzuelos utilizados por los pescadores artesanales de la costa occidental de B.C.S. Tomado de Santana-Hernández, (2001) y modificado por el autor.

Las tripulaciones en general consistieron de dos individuos, pero ocasionalmente se encontraron grupos de tres pescadores a bordo de las embarcaciones, principalmente cuando se utilizaban redes. En la mayoría de los campos artesanales los tiburones y batoideos se evisceran, se enhielan y se venden fresco a compradores o a las cooperativas locales. En los campos más remotos (por ejemplo, Punta Belcher) se observó que los elasmobranquios se filetean, salan y secan para su conservación. Los precios de los elasmobranquios fueron variables, pero comúnmente los precios oscilaron entre $7.00 y $14.00 pesos mexicanos por kilogramo.

Los teleósteos fueron la captura primaria en 13 campos artesanales, siendo la captura secundaria de 39 campos. Se capturaron principalmente con redes de fondo y de deriva y con trampas. Los invertebrados fueron un importante componente de la pesquería artesanal de la costa occidental de B.C.S., fueron la captura primaria de 37 campos y fueron la captura secundaria en 16 campos, observando que en casi todos los campos son capturados, debido al buen precio que alcanzan en el mercado.

Tabla 1. Características de los campos artesanales. El tipo, hace referencia a la infraestructura de los campos, clasificándose como: A (con poca o nula infraestructura), B (moderada infraestructura) y C (infraestructura significativa). La Permanencia (Perm.), hace referencia si los campos son permanentes (P) o temporales (T). Las capturas, refiere al complejo de especies capturadas por campo, en orden al esfuerzo pesquero. Los códigos usados son: ER: elasmobranquios capturados por redes; EP: elasmobranquios capturados por palangre; T: teleósteos; I: invertebrados (A: abulón, L: langosta, C: cangrejo, G: gasterópodos, B: bivalvos, Pm: pepino de mar, P: pulpo, Ca: camarón). Pangas, es el número de embarcaciones presentes en los campos durante los muestreos (se observa el número máximo/mínimo cuando se observó fluctuación en el esfuerzo por temporadas). Los asteriscos colocados en algunos campos denotan los campos artesanales que fueron muestreados para la obtención de datos biológicos de los elasmobranquios.

Mapa	Nombre de los Campos	N. Lat	W. Long	Tipo	Perm.	Capturas	Pangas
1	La Isla*	28.211	114.078	A	T	I (B), ER	3/7
2	Las Casitas*	27.851	114.158	A	P	I (B, C, G), T, ER, EP	15/80
3	Campo El Dátil	27.796	114.176	A	T	NA	NA
4	Campo Queen	27.801	114.720	A	P	I (A, L, B, Pm, P), T, ER	4/6
5	Malarrimo*	27.822	114.852	B	P	I (A, L, B, Pm, G, P), T, ER, EP	9
6	Campito	27.800	114.518	A	P	I (L,O), T, ER	6/8
7	Chester	27.859	115.052	A	T	I (A, L) ER	4/7
8	Isla Natividad	27.853	115.169	C	P	I (A, L, G), T, EP	45
9	Punta Eugenia*	27.848	115.078	B	P	I (A, L, B, Pm), T, ER	12
10	Lobera	27.831	115.064	A	T	I (A, L) ER	3/6
11	Punta Quebrada	27.727	114.994	A	T	I (A, L, Pm, G, B)	3/5
12	Bahía Tortugas*	27.690	114.894	C	P	I (A, L, G, B, Pm), T, EP, ER	23/85
13	El Rincón	27.645	114.864	A	T	I (A, L, G), T, ER	3
14	Clambey	27.619	114.844	A	T	I (A, L, G), T, ER	3
15	Puerto Escondido	27.534	114.741	A	P	I (A, L, G), T, ER, EP	7/9
16	Puerto Nuevo	27.477	114.599	B	P	I (L, A, Pm), T, EP	8
17	San Cristóbal	27.446	114.557	B	P	I (A, L, Pm),T, ER	12
18	San Pablo	27.219	114.470	A	P	I (A, L, Pm, B), T, EP	6/9
19	San Roque	27.181	114.398	B	P	I (A, L, Pm) T, ER	8/10
20	Bahía Asunción	27.141	114.295	C	P	I (A, L, B) T, ER, EP	18/69
21	Punta Prieta	27.015	114.042	B	P	I (A, L, B) T, ER	16/24
22	San Hipólito	26.988	113.979	B	P	I (A, L, B), T, ER, EP	18
23	La Bocana	26.796	113.712	C	P	I (A, L, B, G, Pm), ER	19/51
24	Punta Abreojos	26.710	113.574	C	P	I (A, L, B, G), T, ER	54
25	Campo Pachico	26.874	113.135	A	T	I(B), T, ER	2/4
26	La Base	26.863	113.137	A	T	I(B), T, ER	3
27	La Freidera*	26.830	113.167	A	T	T, I (B), ER	2
28	El Cardón*	26.799	113.149	B	P	EG, T, I (B,)	12/19
29	El Delgadito*	26.606	113.058	B	P	EG, T, I (B)	6/12
30	El Dátil*	26.532	112.911	B	P	T, EG, I (B,C)	13/22
31	San Juanico	26.253	112.479	C	P	I (A, L, B), T, ER	16/23
32	La Bocana 1	26.062	112.286	A	T	I (A, L, B), T, ER	6/9
33	El Chicharrón	26.063	112.273	A	P	EP, ER, T	8/13
34	Las Barrancas*	26.001	112.198	C	P	I (A, L, B), T, ER	15/19
35	San Andresito	25.805	112.119	A	NA	NA	NA
36	Santa Rosa	25.696	112.073	A	T	I (B, L), T	5/9
37	Buena Vista	25.653	112.066	A	T	I (B, L, C), T	6/8
38	Estero San Vicente	25.431	112.066	A	P	T, I, (B,C,Ca,L)	4/6
39	El Caballo	25.404	112.085	A	NA	NA	NA
40	Las Vacas	25.340	112.074	A	T	T, I (B,C,Ca)	3/6
41	Adolfo López Mateos*	25.191	112.115	C	P	T,I (B,C), ER, EP	34/113
42	La Florida	25.040	112.121	A	P	T, I (B,C,Ca)	3/7
43	San Lazaro*	24.796	112.267	B	P	EL, ER, T, I (B)	12
44	Punta Belcher*	24.584	112.072	A	T	EL, ER, T	7/10
45	San Carlos	24.787	112.103	C	P	I (B,Ca,C,L), T, ER, EP	25/48
46	Bahía Magdalena	24.634	112.139	C	P	I (B,Ca,C,L,P), T, ER	18/26

47	San Buto	24.777	112.051	A	T	I (Ca,B,C), T	6/8
48	Paredón Amarillo	24.787	111.968	A	NA	NA	NA
49	Puerto Alcatraz	24.504	111.845	C	P	T, I (B,Ca,C), ER	12/21
50	Puerto Cortés	24.477	111.822	B	P	T, I (B,C,)	6/8
51	Las Tijeras	24.376	111.705	A	T	T, ER, I (B, C)	4
52	Puerto Cancún	24.548	111.746	B	P	I (Ca,C,B), T, ER	6/10
53	El Cayuco	24.583	111.683	A	T	I (Ca,C,B), T, ER	3
54	Puerto Chale	24.422	111.553	B	P	T, I (Ca,C,B,L) ER	40
55	Puerto Viejo*	24.347	111.471	A	T	T, I (Ca,C,B,) ER	13
56	Loma María	24.310	111.395	A	T	T, I (Ca,C,B,)	4/6
57	El Datilar*	24.132	111.077	A	P	I (L, B), T, ER	7
58	El Conejo	24.077	111.005	A	P	I (L, B), T, ER	5
59	Punta Márquez	23.970	110.882	B	P	T, I (B), ER	15-20
60	Punta Lobos*	23.414	110.230	A	P	ER, EP, T	40-50

Tabla 2. Temporalidad y número de embarcaciones de acuerdo al arte de pesca.

Temporada	Embarcaciones	Redes	Palangres
Primavera	221	142	79
Verano	302	241	61
Otoño	57	27	30
Invierno	55	6	49
Total	635	416	219

6.2 *Composición de la captura*

Los desembarques analizados de la costa occidental de B.C.S. estuvieron dominados por los tiburones ya que contribuyeron con el 61%. Los batoideos contribuyeron con el 39% de las capturas totales. En total se analizaron 18,192 especímenes, se identificaron 52 especies de elasmobranquios de las cuales 30 especies pertenecieron al grupo de los tiburones y 22 a los batoideos. Las especies dentro del grupo de los tiburones estuvo representados por: 7 Ordenes, 11 Familias y 18 Géneros, y el grupo de los batoideos estuvieron representados por: 3 Ordenes, 10 Familias y 16 Géneros (Anexo 11.1). Las familias de mayor importancia en los desembarques para el grupo de los tiburones fueron la familia Triakidae (37%), Carcharhinidae (34%), Lamnidae (12%) y Squatinidae (7%). Mientras que para los batoideos las familias más capturadas fueron, Rhinobatidae (72%), Myliobatidae (22%) y Gymnuridae (3%).

Se observaron dos artes de pesca para la captura de elasmobranquios durante el periodo de estudio: redes y palangres. Las redes fueron usadas por 416

de las 635 pangas muestreadas (65% de viajes de pesca) y el objetivo primario fueron los tiburones pequeños y batoideos (13,372 individuos, de 49 especies y 5 géneros; Tabla 3). Las tres especies más abundantes en las capturas para las redes fueron *R. productus* (28.6%; CPUE=9.18; Tabla 3), *M. henlei* (24.2%; CPUE=7.8; Tabla 3) and *M. californica* (11%; CPUE=3.5; Tabla 3), observándose para estas especies la tendencia de ser capturados por grupos numerosos.

Las palangres fueron usadas en 219 de las 635 pangas muestreadas (35% de viajes de pesca), donde las capturas primarias fueron tiburones de gran tamaño (4,820 individuos, de 16 especies y 3 géneros; Tabla 3). Las especies de mayor abundancia en las capturas fueron, el tiburón azul (*P. glauca*; 70%; CPUE=15.35; Tabla 3) y el tiburón mako (*I. oxyrhinchus*; 23%; CPUE=5.01; Tabla 3).

Tabla 3. Especies de elasmobranquios capturados por redes y palangre en la costa occidental de Baja California Sur del 2000 al 2010. Observándose el número de individuos registrados (*n*) y el porcentaje en la composición de especies. CPUE hace referencia a la captura promedio por embarcación. E.S., hace referencia al error estándar.

Método	**Especies**	***n***	**%**	**CPUE**	**E.S.**
Redes	*Alopias pelagicus*	15	0.11	0.04	0.02
	Alopias vulpinus	36	0.27	0.09	0.03
	Bathyraja spinosissima	1	0.01	0.00	0.00
	Carcharhinus altimus	12	0.09	0.03	0.01
	Carcharhinus brachyurus	1	0.01	0.00	0.00
	Carcharhinus falciformis	161	1.20	0.39	0.14
	Carcharhinus leucas	1	0.01	0.00	0.00
	Carcharhinus longimanus	3	0.02	0.01	0.01
	Carcharhinus obscurus	52	0.39	0.13	0.06
	Carcharodon carcharias	4	0.03	0.01	0.00
	Cephaloscyllium ventriosum	151	1.13	0.36	0.08
	Dasyatis dipterura	19	0.14	0.05	0.01
	Dasyatis longa	32	0.24	0.08	0.05
	Echinorhinus cookei	1	0.01	0.00	0.00
	Galeorhinus galeus	151	1.13	0.36	0.12
	Gymnura marmorata	245	1.83	0.59	0.10
	Heterodontus francisci	378	2.83	0.91	0.16
	Heterodontus mexicanus	57	0.43	0.14	0.05
	Hexanchus griseus	3	0.02	0.01	0.01
	Himantura pacifica	4	0.03	0.01	0.00
	Isurus oxyrinchus	181	1.35	0.44	0.09
	Mustelus californicus	175	1.31	0.42	0.10
	Mustelus henlei	3233	24.18	7.77	1.07
	Mustelus lunulatus	72	0.54	0.17	0.10
	Mustelus spp.	400	2.99	0.96	0.25

	Myliobatis californica	1457	10.90	3.50	1.08
	Myliobatis longirostris	29	0.22	0.07	0.02
	Myliobatis spp.	11	0.08	0.03	0.02
	Narcine entemedor	40	0.30	0.10	0.04
	Negaprion brevirostris	1	0.01	0.00	0.00
	Notorhynchus cepedianus	1	0.01	0.00	0.00
	Platyrhinoidis triseriata	15	0.11	0.04	0.03
	Prionace glauca	93	0.70	0.22	0.05
	Raja inornata	1	0.01	0.00	0.00
	Raja spp.	11	0.08	0.03	0.01
	Raja velezi	34	0.25	0.08	0.03
	Rhinobatos glaucostigma	125	0.93	0.30	0.10
	Rhinobatos productus	3820	28.57	9.18	1.30
	Rhinobatos spp.	12	0.09	0.03	0.02
	Rhinoptera staindachneri	32	0.24	0.08	0.02
	Rhizoprionodon longurio	3	0.02	0.01	0.01
	Sphyrna lewini	14	0.10	0.03	0.02
	Sphyrna spp.	4	0.03	0.01	0.01
	Sphyrna zygaena	330	2.47	0.79	0.15
	Squalus acanthias	1	0.01	0.00	0.00
	Squatina californica	755	5.65	1.82	0.26
	Torpedo californica	1	0.01	0.00	0.00
	Triakis semifasciata	63	0.47	0.15	0.04
	Urobatis concentricus	14	0.10	0.03	0.02
	Sphyrna lewini	14	0.10	0.03	0.02
	Sphyrna spp.	4	0.03	0.01	0.01
	Sphyrna zygaena	330	2.47	0.79	0.15
	Squalus acanthias	1	0.01	0.00	0.00
	Squatina californica	755	5.65	1.82	0.26
	Torpedo californica	1	0.01	0.00	0.00
	Triakis semifasciata	63	0.47	0.15	0.04
	Urobatis concentricus	14	0.10	0.03	0.02
	Urobatis halleri	3	0.02	0.01	0.01
	Urotrygon chilensis	1	0.01	0.00	0.00
	Sphyrna spp.	4	0.03	0.01	0.01
	Sphyrna zygaena	330	2.47	0.79	0.15
	Squalus acanthias	1	0.01	0.00	0.00
	Squatina californica	755	5.65	1.82	0.26
	Torpedo californica	1	0.01	0.00	0.00
	Triakis semifasciata	63	0.47	0.15	0.04
	Urobatis concentricus	14	0.10	0.03	0.02
	Urobatis halleri	3	0.02	0.01	0.01
	Urotrygon chilensis	1	0.01	0.00	0.00
	Urotrygon nana	2	0.01	0.00	0.00
	Urotrygon rogersi	1	0.01	0.00	0.00
	Zapteryx exasperata	1110	8.30	2.67	0.41
Subtotal		**13372**	**100**		
Palangre	*Carcharhinus falciformis*	97	2.01	0.44	0.13
	Carcharhinus leucas	1	0.02	0.00	0.00
	Carcharhinus limbatus	3	0.06	0.01	0.01
	Carcharhinus longimanus	4	0.08	0.02	0.01

Carcharhinus obscurus	1	0.02	0.00	0.00
Dasyatis dipterura	1	0.02	0.00	0.00
Galeocerdo cuvier	3	0.06	0.01	0.01
Galeorhinus galeus	1	0.02	0.00	0.00
Isurus oxyrinchus	1096	22.74	5.01	1.25
Mustelus californicus	17	0.35	0.08	0.08
Mustelus henlei	2	0.04	0.01	0.01
Mustelus lunulatus	4	0.08	0.02	0.02
Mustelus spp.	4	0.08	0.02	0.01
Myliobatis spp.	7	0.15	0.03	0.03
Prionace glauca	3362	69.75	15.35	1.78
Pteroplatytrygon violacea	2	0.04	0.01	0.01
Sphyrna lewini	12	0.25	0.05	0.04
Sphyrna spp.	6	0.12	0.03	0.02
Sphyrna zygaena	197	4.09	0.90	0.21
Subtotal		**4820**	**100**	

6.3 *Información biológica*

6.3.1 Redes de enmalle

Carcharhinus falciformis

La composición de tallas de hembras y machos de *C. falciformis* fue similar, promediando 188 ± 1.9 cm y 191.38 ± 2.6 cm de LT respectivamente, siendo los machos los que presentaron tallas mayores (t=-1.015; p=0.312). Las hembras (n=97) se observaron con mayor frecuencia que los machos (n=64) por lo cual, la razón de sexos difirió significativamente de 1:1 ($X^2_{0.05,1}$= 6.764, p< 0.001). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Hoyos-Padilla (2003); con base en esta talla, se observó que las capturas estuvieron dominadas por los individuos adultos para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Carcharhinus obscurus

Se observó que la composición de tallas de las hembras y los machos de *C. obscurus* fue similar promediando 123 ± 7.5 cm LT y 118.34 ± 6.5 cm LT respectivamente (U=319, p>0.587). Las capturas fueron similares en hembras y machos, por lo cual la razón de sexos no difirió significativamente de 1:1 ($X^2_{0.05,1}$= 0.169, p>0.68). Para esta especie se tomó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); de acuerdo a este criterio, las capturas estuvieron dominadas por los individuos juveniles para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Cephaloscyllium ventriosum

La composición de tallas de hembras y machos de *C. ventriosum* fue significativamente diferente (U=2080; p<0.001) promediando 79.5 ± 1.09 cm LT y 73.8 ± 1.157 cm LT respectivamente. Las hembras (n=89) se observaron con mayor frecuencia que los machos (n=41), difiriendo significativamente de la razón de sexos 1:1 ($X^2_{0.05,1}$=17.723; p<0.001). Se tomó la talla de primera madurez reportada por Ebert (2003); encontrando que los desembarques estuvieron dominados por especímenes juveniles en el caso de los machos y por adultos para las hembras, (Fig.10; Tabla 5).

Galeorhinus galeus

La tallas de las hembras (128.7 ± 3.45 cm LT) fue significativamente mayor que la de los machos (108.5 ± 2.52 cm LT) en los desembarques (U=1814; p<0.001). Se examinaron un total de 150 individuos; las capturas estuvieron dominadas por las hembras (n=94), por lo cual la razón de sexos difirió significativamente de 1:1 ($X^2_{0.05,1}$= 9.627, p< 0.001). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); de acuerdo a esta talla se observó que los desembarques estuvieron dominados por juveniles para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Gymnura marmorata

La talla de hembras y machos de *G. marmorata* en los desembarques fueron significativamente diferentes (U=1609; p<0.001), presentando un AD promedio de 75.7 ± 1.9 cm y 63 ± 2.5 cm, respectivamente; siendo las hembras las que presentaron tallas más grandes en las capturas. La proporción de sexos difirió significativamente de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,1}$=32.69; p<0.001), ya que las capturas estuvieron dominadas por las hembras (n=118). Se utilizó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); de acuerdo a esta talla se estableció que las capturas estuvieron compuestas principalmente por especímenes adultos para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Heterodontus francisci

Las hembras (*n*=186) y machos (*n*=144) de *H. francisci* presentaron diferencias significativas (*U*=11175.5; *p*<0.01) en la composición de tallas con un promedio de LT de 71.7 ± 0.746 cm y 69.3 ± 0.682 cm respectivamente. Las hembras dominaron las capturas en los desembarques, por lo cual la proporción de sexos difirió significativamente de la razón esperada 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=5.35; *p*<0.01). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); observando que la incidencia de la pesquería fue principalmente para los individuos adultos para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Heterodontus mexicanus

Las hembras y machos de *H. mexicanus* promediaron 73 ± 1.57 cm LT y 64 ± 4.32 cm LT respectivamente. Se examinaron un total de 43 individuos, encontrando diferencias significativas en la estructura de tallas para hembras (*n*=25) y machos (*n*=18) en los desembarques (*U*=133.5; *p*<0.01). Además la proporción de sexos no difirió significativamente entre machos y hembras ($X^2_{0.05,\ 1}$=1.139; *p*=0.286). Se utilizó la talla de primera madurez propuesta por Compagno (2001); registrando que los desembarques estuvieron dominados por adultos en ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Isurus oxyrinchus

De los 181 individuos de *I. oxyrinchus* analizados en los desembarques, los machos (*n*=110) dominaron las capturas; por lo cual se encontraron diferencias significativas en la proporción de sexos 1:1 (X^2=8.4; *p*<0.01). Asimismo se encontraron diferencias significativas en la composición de tallas (*U*=3118.5; *p*<0.01). Para las hembras se registró una LT promedio de 126.5 ± 2.67 cm y para los machos una LT de 120.5 ± 3.13 cm. Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Shoou-Jeng y Hua-Hsun (2005); encontrando que los especímenes juveniles fueron los que dominaron los desembarques para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Mustelus californicus

La talla de hembras (*n*=92) y machos (*n*=77) de *M. californicus* en los desembarques fueron significativamente diferentes (*t*=4.184; *p*<0.01), presentando un LT promedio de 83.5 ± 1.4 cm y 76 ± 1.0 cm, respectivamente. La proporción de sexos no difirió de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=1.331; *p*=0.249), ya que las capturas estuvieron dominadas por ambos sexos. La talla de primera madurez fue tomada de Ebert (2003); encontrando que las capturas para ambos sexos estuvieron dominadas por adultos, (Fig.10; Tabla 5).

Mustelus henlei

Las hembras (*n*=2066) y machos (*n*=1038) de *M. henlei* presentaron una LT promedio de 80 ± 0.23 cm y 103.8 ± 0.23 cm respectivamente. Se encontraron diferencia entre los promedios de la LT para ambos sexos (*U*=644150; *p*<0.01). Las hembras dominaron las capturas en los desembarques con más del 66%, por lo cual la proporción de sexos difirió significativamente de la razón esperada 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=340.46; *p*<0.001). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Pérez-Jiménez y Sosa-Nishizaki (2008); encontrando que los adultos dominaron las capturas en ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Mustelus lunulatus

La composición de tallas de hembras y machos de *M. lunulatus* fue similar en ambos sexos (*U*=578.5; *p*=0.465), promediando 82.5 ± 3.58 cm LT y 75 ± 0.97 cm LT respectivamente. La captura para hembras (*n*=39) y machos (*n*=33) fue similar en los desembarques, por lo que la razón de sexos no difirió de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=0.5; *p*=0.48). Se tomó la talla de primera madurez reportada por Ebert (2003); encontrando que los desembarques incidieron, en el caso de los machos en los especímenes los adultos y para las hembras en los juveniles, (Fig.10; Tabla 5).

Mustelus spp.

De los 313 individuos de Género *Mustelus* spp. en los desembarques, las hembras (*n*=209) dominaron las capturas, por lo cual la proporción de sexos difirió

significativamente de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=35.22; p<0.001). Asimismo se encontraron diferencias significativas en la tallas (U=6516.5; p<0.001), ya que el promedio de LT para las hembras fue de 84.5 ± 1.0 cm y para los machos de 75.8 ± 1.12 cm, (Fig.10; Tabla 5).

Myliobatis californica

La talla de hembras y machos de *M. californica* en los desembarques fueron significativamente diferentes (U=34393; p<0.001), presentando un AD promedio de 58.3 ± 1.63 cm y 54 ± 0.66 cm, respectivamente. La proporción de sexos difirió significativamente de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=17.36; p<0.001), ya que las capturas estuvieron dominadas por los machos (n=338). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); de acuerdo a esta talla se encontró que las capturas estuvieron dominadas por juveniles para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Prionace glauca

Las hembras (n=38) y machos (n=55) de *P. glauca* presentaron una LT promedio de 147 ± 8.12 cm y 171 ± 7.3 cm respectivamente. Se encontraron diferencias significativas entre los promedios de la LT para ambos sexos (t=-2.239; p<0.01). El dominio de la capturas fue similar entre sexos, por lo cual la proporción no difirió de la razón esperada 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=3.1; p=0.078). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Carrera-Fernández *et al*. (2010); encontrando que los juveniles fueron más frecuentes en los desembarques en ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Rhinobatos glaucostigma

La composición de tallas de las hembras y machos de *R. glaucostigma* fue diferente, promediando 95.5 ± 2.1 cm LT y 107 ± 2.9 cm LT respectivamente, por lo cual se encontraron diferencias significativas entre las LT (t=-2.382; p<0.01). Las hembras (n=51) se capturaron con mayor frecuencia que los machos (n=19), por lo tanto la proporción de sexos difirió significativamente de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=14.63; p<0.001). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Pérez-Jiménez (2001);

de acuerdo a la talla reportada se observó que las capturas estuvieron compuestas principalmente por adultos, (Fig.10; Tabla 5).

Rhinobatos productus

Las hembras y los machos de *R. productus* promediaron 92.5 ± 0.513 cm LT y 88.5 ± 0.552 cm LT respectivamente. Se examinaron un total de 2,153 individuos; se encontraron diferencias significativas en la estructura de talla para hembras (n=1164) y machos (*n*=989) en los desembarque (*U*=512381.5; *p*<0.001). Las hembras dominaron los desembarques, por lo cual la proporción de sexos difirió significativamente de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=14.224; *p*<0.001). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); encontrando que las capturas estuvieron compuestas principalmente por adultos en ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Sphyrna zygaena

La composición de tallas de las hembras y machos de *S. zygaena* fue similar, promediando 102 ± 3.5 cm LT y 100 ± 4.5 cm LT, respectivamente, por lo cual no se encontraron diferencias significativas entre las LT de ambos sexos (*U*=8574; *p*=0.724). Las hembras (*n*=166) se capturaron con mayor frecuencia que los machos (*n*=106), por lo tanto la proporción de sexos difirió significativamente de 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=13.23; *p*<0.001). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); encontrando a partir de esta talla, que los juveniles dominaron los desembarques para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Squatina californica

En los datos de captura para los individuos de *S. californica*, se observó que las hembras (*n*=389) se capturaron con mayor frecuencia que los machos (*n*=298), por lo cual la proporción de sexos difirió significativamente de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=12.05; *p*<0.001). La composición de tallas de hembras y machos fue diferente, promediando 93.7 ± 0.72 cm LT y 98 ± 1.27 cm LT, respectivamente, encontraron por lo tanto diferencias significativas entre las LT de ambos sexos (*U*=52403.5;

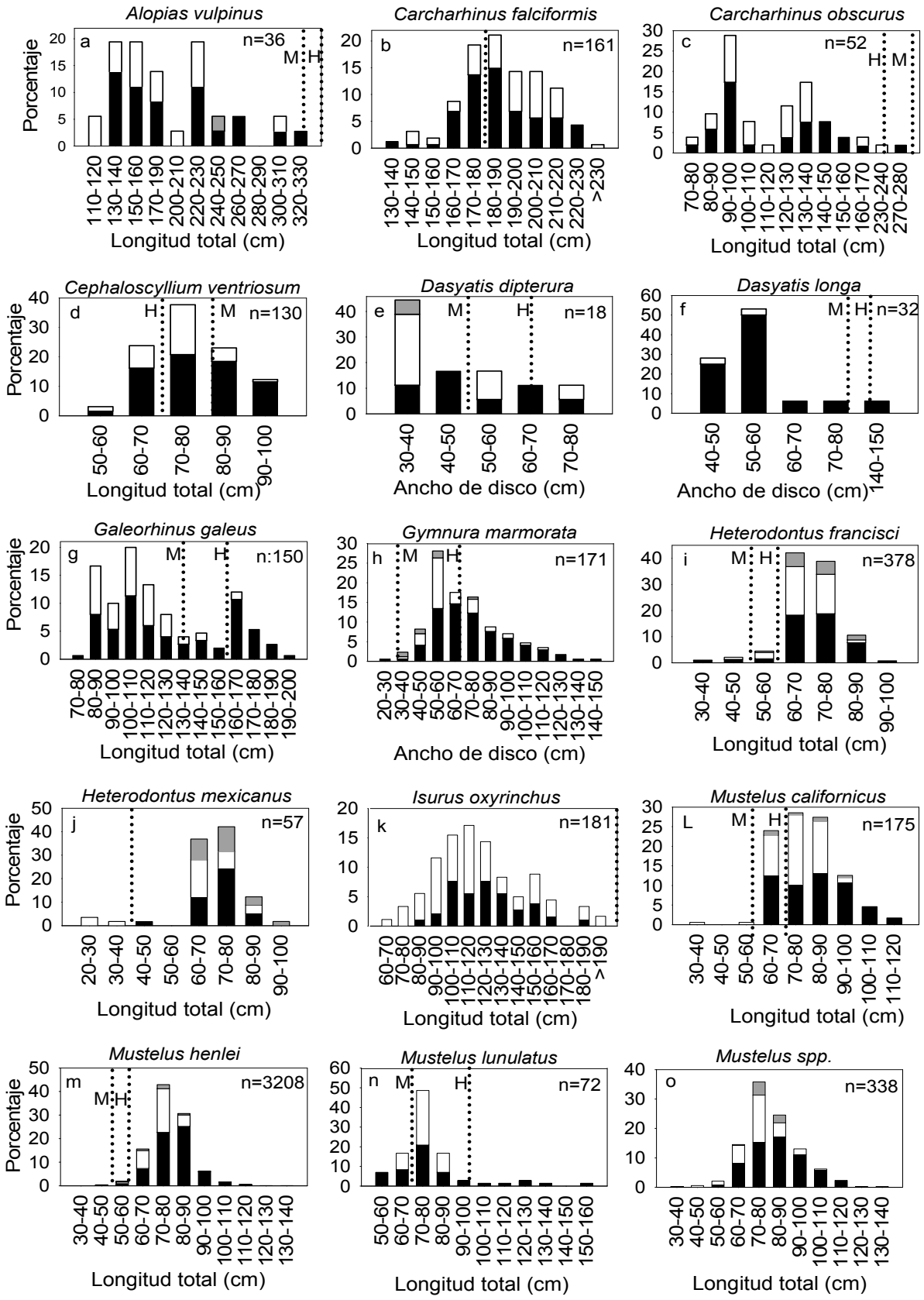
p<0.01). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Villavicencio-Garayzar (1996a); encontrando que los juveniles dominaron significativamente las capturas en ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Triakis semifasciata

Las hembras (*n*=33) y machos (*n*=26) de *T. semifasciata* presentaron una LT promedio de 120 ± 4.8 cm y 108 ± 6.4 cm respectivamente. No hubo diferencia en las tallas promedio entre los sexos (*U*=354; *p*=0.255). El dominio de la capturas fue similar para ambos sexos, por lo cual la proporción de sexos no difirió de la razón esperada de 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=0.83; *p*=0.362). Se tomó la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); encontrando que los adultos dominaron los desembarques para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).

Zapteryx exasperata

Las hembras y los machos de *Z. exasperata* promediaron 83.3 ± 0.53 cm LT y 81.2 ± 0.31 cm LT respectivamente, encontrando por lo tanto diferencias significativa en la estructura de tallas para ambos sexos (*U*=100991.5; *p*<0.01). Se examinaron un total de 999 individuos, observando que los machos (*n*=645) se capturaron con mayor frecuencia que las hembras (*n*=354), por lo tanto la razón de sexos difirió significativamente de 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=84.76; *p*<0.001). Se tomó la talla de primera madurez reportada por Villavicencio-Garayzar (1995); observando que las capturas incidieron en los adultos para ambos sexos, (Fig.10; Tabla 5).


Alopias vulpinus
a
n=36
M
H
Porcentaje
110-120
130-140
150-160
170-190
200-210
220-230
240-250
260-270
280-290
300-310
320-330
Longitud total (cm)
Carcharhinus falciformis
b
n=161
130-140
140-150
150-160
160-170
170-180
180-190
190-200
200-210
210-220
220-230
>230
Longitud total (cm)
Carcharhinus obscurus
c
n=52
H
M
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
120-130
130-140
140-150
150-160
160-170
230-240
270-280
Longitud total (cm)
Cephaloscyllium ventriosum
d
H
M
n=130
Porcentaje
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
Longitud total (cm)
Dasyatis dipterura
e
M
H
n=18
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
Ancho de disco (cm)
Dasyatis longa
f
M
H
n=32
40-50
50-60
60-70
70-80
140-150
Ancho de disco (cm)
Galeorhinus galeus
g
M
H
n:150
Porcentaje
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
120-130
130-140
140-150
150-160
160-170
170-180
180-190
190-200
Longitud total (cm)
Gymnura marmorata
h
M
H
n=171
20-30
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
120-130
130-140
140-150
Ancho de disco (cm)
Heterodontus francisci
i
M
H
n=378
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
Longitud total (cm)
Heterodontus mexicanus
j
n=57
Porcentaje
20-30
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
Longitud total (cm)
Isurus oxyrinchus
k
n=181
60-70
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
120-130
130-140
140-150
150-160
160-170
170-180
180-190
>190
Longitud total (cm)
Mustelus californicus
L
M
H
n=175
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
Longitud total (cm)
Mustelus henlei
m
M
H
n=3208
Porcentaje
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
120-130
130-140
Longitud total (cm)
Mustelus lunulatus
n
M
H
n=72
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
120-130
130-140
140-150
150-160
Longitud total (cm)
Mustelus spp.
o
n=338
30-40
40-50
50-60
60-70
70-80
80-90
90-100
100-110
110-120
120-130
130-140
Longitud total (cm)

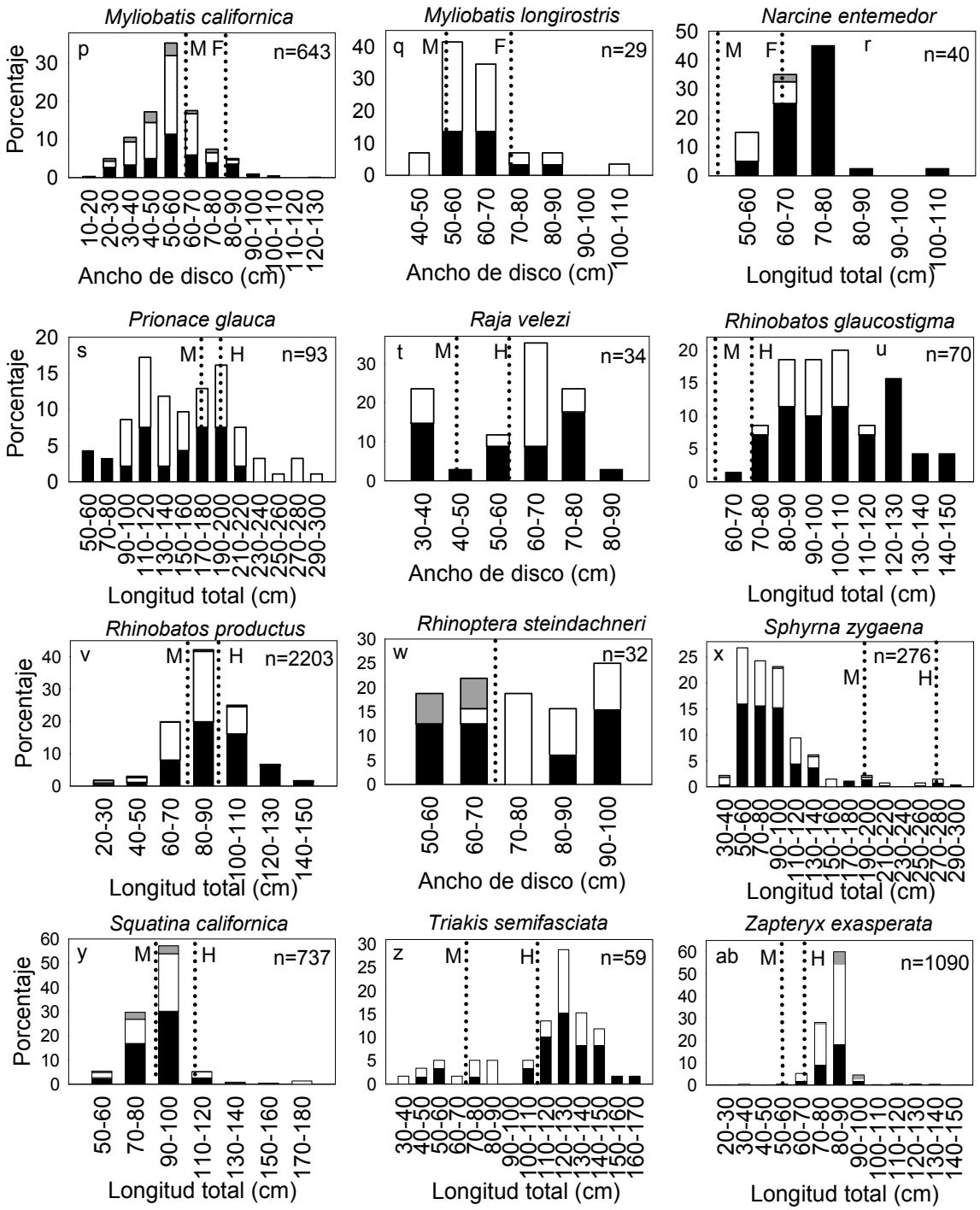


Figura 10. Distribución de frecuencia por sexo para los elasmobranquios capturados con redes en la costa occidental de B.C.S. La *n* hace referencia al número de individuos medidos a partir de los cuales están basados los histogramas, y no necesariamente al número total de individuos capturados. Las hembras están representadas con columnas negras, los machos por las columnas blancas y los individuos indiferenciados por las columnas grises. Las líneas punteadas indican la talla de primera madurez de acuerdo a los siguientes autores: Ebert, (2003) (a,c,d,e,g,h,I,L,n,p,v,x,z); Hoyos-Padilla, (2003) (b); Villacicencio-Garayzar *et al*., (1994) (f); Compagno, (2001) (j); Shoou-Jeng y Hua-Hsun,

(2005) (k); Pérez-Jiménez y Sosa-Nishizaki, (2008) (m); Villavicencio-Garyazar, (1996b) (q); Villavicencio-Garayzar y Bizzarro, (2004) (r); Carrera-Fernández *et al*., (2010) (s); Castillo-Geniz, (2007) (t); Pérez-Jiménez, (2001) (u); Bizzarro *et al*., (2007a) (w); Villavicencio-Garayzar, (1996a) (y); Villavicencio-Garayzar, (1995) (ab). En los casos donde exista una diferencia sustancial en la talla de primera madurez entre sexos las líneas se denominaron M (Machos) o H (Hembras).

Tabla 4. Información estadística para las especies menos abundantes capturadas por redes. Donde n<16 individuos. cm es el promedio de la talla ± d.e. (desviación estándar) para la medida especifica adoptadas para cada especie (msmnt).

Especies	cm	d.e.	msmnt	n
Alopias pelagicus	272.2	14.2	LT	15
Bathyraja spinosissima	30	------	AD	1
Carcharhinus altimus	126.74	14.84	LT	12
Carcharhinus brachyurus	275	------	LT	1
Carcharhinus leucas	91	------	LT	1
Carcharhinus longimanus	195	12.16	LT	3
Carcharodon carcharias	151.5	13.9	LT	4
Echinorhinus cookie	145	------	LT	1
Hexanchus griseus	143.5	14.15	LT	3
Himantura pacifica	44.5	10.4	AD	4
Myliobatis spp.	60	14	AD	11
Negaprion brevirostris	67	------	LT	1
Notorhynchus cepedianus	163	------	LT	1
Platyrhinoidis triseriata	53.2	8.34	LT	15
Raja inornata	36	------	AD	1
Raja spp.	61.4	28.88	AD	11
Rhinobatos spp.	86.62	9.36	LT	12
Rhizoprionodon longurio	75.3	21.45	LT	3
Sphyrna lewini	160.77	65.34	LT	14
Sphyrna spp.	127.75	62.65	LT	4
Squalus acanthias	33	------	LA	1
Torpedo californica	43	------	AD	1
Urobatis concentricus	37.17	1.89	AD	14
Urobatis halleri	43.3	2.3	AD	3
Urotrygon chilensis	33	------	AD	1
Urotrygon nana	23.75	1.76	AD	2
Urotrygon rogersi	36	------	AD	1

Tabla 5. Pruebas de normalidad para las especies ($n \geq 50$ individuos) capturadas por redes de enmalle.

Especies	Sexos	Kolmogorov-Smirnov, 95%	Probabilidad
Carcharhinus falciformis	Hembras	K-S=0.13	p=0.0127
	Machos	K-S=0.0978	p=0.130
Carcharhinus obscurus	Hembras	K-S=0.181	p<0.01
	Machos	K-S=0.173	p<0.01
Cephaloscyllium ventriosum	Hembras	K-S=0.139	p<0.001
	Machos	K-S=0.139	p<0.01
Galeorhinus galeus	Hembras	K-S=0.153	p<0.01
	Machos	K-S=0.161	p<0.01
Gymnura marmorata	Hembras	K-S=0.103	p<0.001
	Machos	K-S=0.223	p<0.001
Heterodontus francisci	Hembras	K-S=0.105	p<0.001
	Machos	K-S=0.119	p<0.001
Heterodontus mexicanus	Hembras	K-S=0.124	p<0.01
	Machos	K-S=0.327	p<0.001
Isurus oxyrinchus	Hembras	K-S=0.083	p<0.01
	Machos	K-S=0.151	p<0.001
Mustelus californicus	Hembras	K-S=0.0788	p=0.162
	Machos	K-S=0.0886	p=0.144
Mustelus henlei	Hembras	K-S=0.074	p<0.001
	Machos	K-S=0.1	p<0.001
Mustelus lunulatus	Hembras	K-S=0.248	p<0.001
	Machos	K-S=0.125	p<0.01
Mustelus spp.	Hembras	K-S=0.0615	p<0.01
	Machos	K-S=0.126	p<0.001
Myliobatis californica	Hembras	K-S=0.0735	p<0.001
	Machos	K-S=0.0815	p<0.001
Prionace glauca	Hembras	K-S=0.128	p=0.119
	Machos	K-S=0.12	p=0.67
Rhinobatos glaucostigma	Hembras	K-S=0.163	p=0.163
	Machos	K-S=0.11	p=0.11
Rhinobatos productus	Hembras	K-S=0.0781	p<0.001
	Machos	K-S=0.065	p<0.001
Sphyrna zygaena	Hembras	K-S=0.168	p<0.001
	Machos	K-S=0.127	p<0.001
Squatina californica	Hembras	K-S=0.12	p<0.001
	Machos	K-S=0.211	p<0.001
Triakis semifasciata	Hembras	K-S=0.202	p<0.01
	Machos	K-S=0.225	p<0.01
Zapteryx exasperata	Hembras	K-S=0.189	p<0.001
	Machos	K-S=0.169	p<0.001

6.3.2 Palangres

Carcharhinus falciformis

Las hembras (*n*=56) y machos (*n*=41) de *C. falciformis* presentaron una LT promedio de 187.4 ± 5.1 cm y 180 ± 5.0 cm respectivamente, no se encontró diferencia significativa entre los promedios de la LT (*U*=959.5; *p*=0.170). Asimismo se observó que ambos sexos contribuyeron de manera semejante a la captura total, por lo cual la proporción sexual no fue diferente a la proporción esperada 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=2.32; *p*=0.128). De acuerdo a la talla de primera madurez propuesta por Hoyos-Padilla (2003); se encontró que las capturas con palangres estuvieron dominadas significativamente por los individuos adultos en ambos sexos, (Fig.11 y Tabla 6).

Isurus oxyrinchus

En los datos de captura para los individuos de *I. oxyrinchus*, se observó que los machos (*n*=588) se capturaron con mayor frecuencia que las hembras (*n*=432), por lo tanto la proporción de sexos difirió significativamente de la razón 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=23.86; *p*<0.001). La composición de tallas de hembras y machos fueron semejantes, promediando 115 ± 1.42 cm LT y 117.6 ± 1.32 cm LT respectivamente, por lo cual no se encontraron diferencias entre las LT (*U*=146967; *p*=0.081). De acuerdo a la talla de primera madurez propuesta por Shoou-Jeng y Hua-Hsun (2005); se encontró que los especímenes juveniles fueron los que dominaron los desembarques para ambos sexos, (Fig.11 y Tabla 6).

Prionace glauca

Las hembras (*n*=1358) y machos (*n*=1993) de *P. glauca* presentaron una LT promedio de 135.6 ± 1.0 cm y 144.5 ± 0.92 cm respectivamente. Se encontraron diferencias significativas entre los promedios de la LT (*U*=1193073; *p*<0.001). Los machos dominaron las capturas en los desembarques con el 60% de individuos, por lo cual la proporción de sexos difirió significativamente de la razón esperada 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=120.33; *p*<0.001). De acuerdo a la talla de primera madurez propuesta por Carrera-Fernández *et al*. (2010); se observó que los juveniles fueron más frecuentes en las capturas para ambos sexos, (Fig.11 y Tabla 6).

Sphyrna zygaena

La composición de tallas de las hembras y machos de *S. zygaena* fue diferente, promediando 152.6 ± 5.04 cm LT y 118 ± 4.6 cm LT respectivamente, encontrando diferencias significativas entre las LT de ambos sexos (U=2683.5; p<0.001). Las hembras (n=114) se capturaron con mayor frecuencia que los machos (n=83), por lo tanto la proporción de sexos difirió significativamente de 1:1 ($X^2_{0.05,\ 1}$=4.88; p<0.01). De acuerdo a la talla de primera madurez propuesta por Ebert (2003); se observó que los especímenes juveniles dominaron los desembarques para ambos sexos, (Fig.11 y Tabla 6).

Tabla 6. Pruebas de normalidad para las especies (≥50 individuos) capturadas por palangre.

Especies	**Sexos**	**Kolmogorov-Smirnov, 95%**	**Probabilidad**
Carcharhinus falciformis	Hembras Machos	K-S=0.216 K-S=0.173	p<0.001 p<0.01
Isurus oxyrinchus	Hembras Machos	K-S=0.104 K-S=0.0948	p<0.001 p<0.001
Prionace glauca	Hembras Machos	K-S=0.103 K-S=0.105	p<0.001 p<0.001
Sphyrna zygaena	Hembras Machos	K-S=0.141 K-S=0.0783	p<0.001 p<0.01

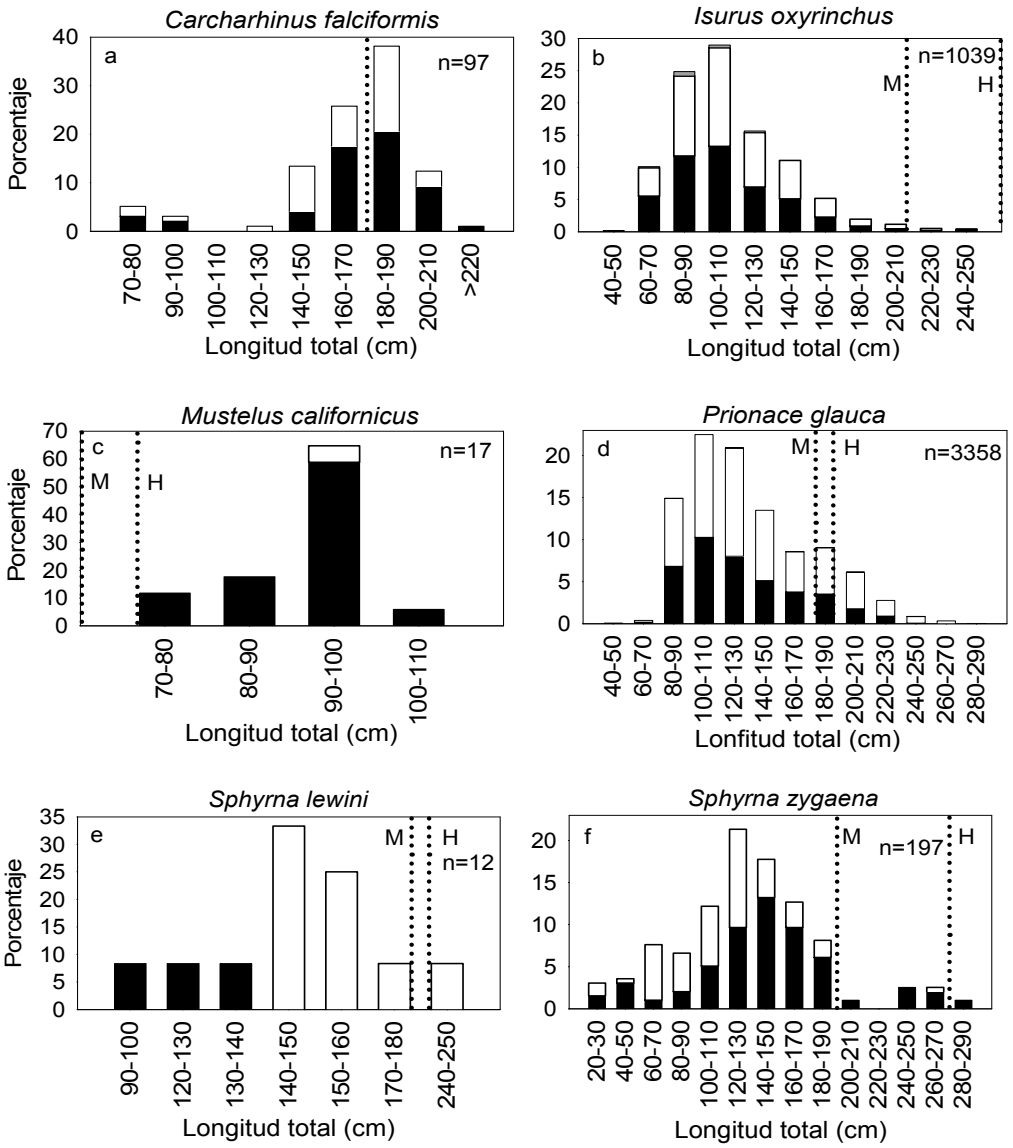


Figura 11. Distribución de frecuencia por sexo para los elasmobranquios capturados por palangres en la costa occidental de B.C.S. La *n* hace referencia al número de individuos medidos a partir de los cuales están basados los histogramas, y no necesariamente al número total de individuos capturados. Las hembras están representadas con columnas negras, los machos por las columnas blancas y los individuos indiferenciados por las columnas grises. Las líneas punteadas indican la talla de primera madurez de acuerdo a los siguientes autores: Ebert, (2003) (c,f), Hoyos-Padilla, (2003) (a); Shoou-Jeng y Hua-Hsun, (2005) (b); Carrera-Fernández *et al*., (2010) (d); Bejarano-Álvarez *et al*., (2010) (e). En los casos donde exista una diferencia sustancial en la talla de primera madurez entre sexos las líneas se denominaron M (Machos) o H (Hembras).

Tabla 7. Información estadística para las especies menos abundantes capturadas por palangres. Donde n<16 individuos. cm es el promedio de la talla ± d.e. (desviación estándar) para la medida especifica adoptadas para cada especie (msmnt).

Especies	cm	d.e.	msmnt	n
Carcharhinus leucas	285	-----	LT	1
Carcharhinus limbatus	162.33	38.39	LT	3
Carcharhinus longimanus	187.5	23.04	LT	4
Carcharhinus obscurus	99	-----	LT	1
Dasyatis dipterura	150	-----	AD	1
Galeocerdo cuvier	167.33	51.68	LT	3
Galeorhinus galeus	125	-----	LT	1
Mustelus henlei	109.5	13.44	LT	2
Mustelus lunulatus	77	4.6904	TL	4
Mustelus spp.	76.25	4.79	TL	4
Myliobatis spp.	86.29	24.27	DW	7
Pteroplatytrygon violacea	51.5	9.19	DW	2
Sphyrna spp.	94.33	36.779	TL	6

6.4 *Captura por unidad de esfuerzo y temporalidad*

La CPUE para tiburones y rayas difirió notablemente entre temporadas. Dentro del grupo de los tiburones la especie que destacó en los desembarques en todas las temporadas fue el tiburón azul *(P. glauca*), mientras que para los batoideos la especie dominante fue *R. productus*, cuya captura disminuyó considerablemente en invierno. Los datos de CPUE de la pesquería muestran que la temporada de mayor importancia fue primavera, debido principalmente por la frecuencia en los desembarques de *R. productus* (8.34±1.54; Tabla 8), *P. glauca* (8.19±1.68; Tabla 8), *M. californica* (5.18±1.95; Tabla 8) e *I. oxyrhinchus* (3.11±1.19; Tabla 8). Las especies *Echinorhinus cookei, Negaprion brevirostris, Squalus acanthias y Torpedo californica*, solamente fueron documentadas en los desembarques realizados en esta temporada, (Tabla 8).

En verano también se registraron valores altos CPUE. Las especies que dominaron los desembarques fueron: *M. henlei* (8.87±1.27; Tabla 8), *R. productus* (5.94±0.87; Tabla 8), *Z. exasperata* (2.64±0.49; Tabla 8) y *P. glauca* (2.42±0.4; Tabla

8). Las especies que fueron registradas solamente en esta temporada fueron: *Carcharhinus brachyurus, Notorynchus cepedianus, Bathyraja spinosissima, Raja inornata, Urotrygon chilensis* y *Urotrygon rogersi*, (Tabla 8).

En otoño los datos de CPUE disminuyeron en comparación a las temporadas de primavera y verano, las capturas estuvieron dominadas por los tiburones, los cuales contribuyeron con el 70% de las capturas totales para esta temporada. Las especies de elasmobranquios más frecuentes fueron: *P. glauca* (3.6±1.13, Tabla 8), *R. productus* (2.79±0.85; Tabla 87), *S. californica* (2.42±0.71; Tabla 8) y *M. californica* (2.35±1.18; Tabla 8).

Por último, invierno fue la temporada donde se registraron los datos más bajos de CPUE, esta temporada los tiburones también dominaron las capturas, contribuyendo con más del 95%, siendo las especies de mayor importancia: *P. glauca* (12.87±1.92; Tabla 8) e *I. oxyrhinchus* (4.67±1.46; Tabla 8).

Las curvas acumulativas por taxón indican que el tamaño de muestra realizado en el presente trabajo para estimar la composición de elasmobranquios tanto en redes (t=0.260; p=0.795; n=416; Fig. 12), como en palangres (t=0.360; p=0.719; n=219; Fig. 12) fueron suficientes. Asimismo estas curvas indican que el tamaño del muestreo fue suficiente para estimar la composición de las temporadas: primavera (t=0.130; p=0.896; n=221; Fig. 12), verano (t=0.214; p=0.83; n=302; Fig. 12), otoño (t=0.0132; p=0.91; n=57; Fig. 12) e invierno (t=0.125; p=0.90; n=55; Fig. 12).

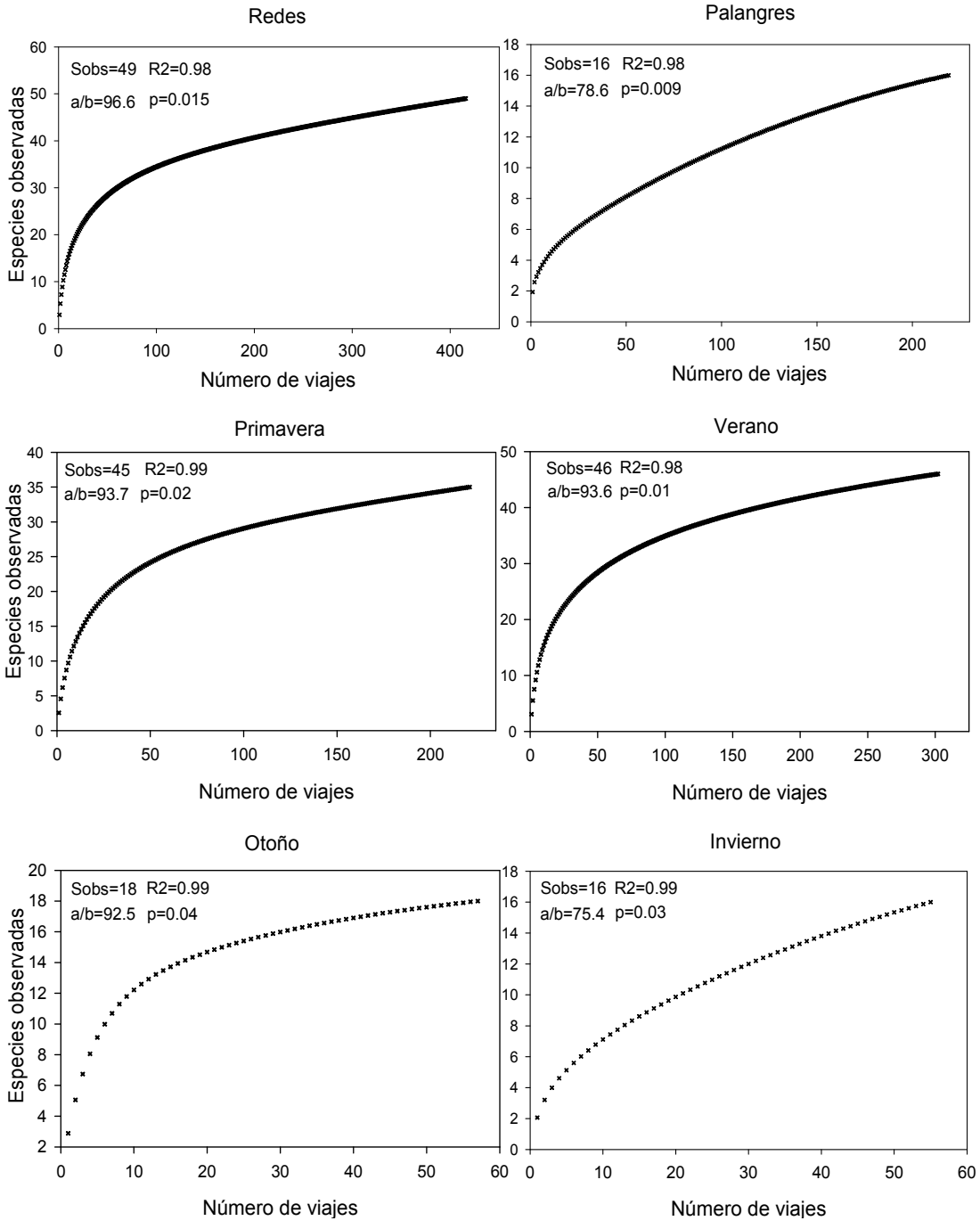


Figura 12. Curvas acumulativas para las especies de elasmobranquios, por artes de pescas (redes y palangres) y por temporadas de pesca (primavera, verano, otoño e invierno), de acuerdo al número de viajes muestreados. Donde Sobs=especies observadas, p=pendiente.

Tabla 8. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por temporadas, para las especies registradas en la costa occidental de Baja California Sur, durante el periodo 2000-2010.

	Primavera (n=7268)			Verano (n=8531)			Otoño (n=1314)			Invierno (n=1079)		
Especies	**n**	**CPUE**	**E.S.**	**n**	**CPUE**	**E.S.**	**n**	**CPUE**	**E.S.**	**n**	**CPUE**	**E.S.**
Tiburones												
Alopias pelagicus	0	0.00	0.00	12	0.04	0.03	3	0.05	0.04	0	0.00	0.00
Alopias vulpinus	13	0.06	0.03	16	0.05	0.02	4	0.07	0.04	3	0.05	0.05
Carcharhinus altimus	0	0.00	0.00	12	0.04	0.02	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Carcharhinus brachyurus	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Carcharhinus falciformis	0	0.00	0.00	139	0.46	0.16	118	2.07	0.68	1	0.02	0.02
Carcharhinus leucas	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1	0.02	0.02
Carcharhinus limbatus	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.04	0.04
Carcharhinus longimanus	1	0.00	0.00	6	0.02	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Carcharhinus obscurus	37	0.17	0.10	16	0.05	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Carcharodon carcharias	2	0.01	0.01	2	0.01	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Cephaloscyllium ventriosum	37	0.17	0.05	96	0.32	0.09	18	0.32	0.14	0	0.00	0.00
Echinorhinus cookei	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Galeocerdo cuvier	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2	0.04	0.04
Galeorhinus galeus	15	0.07	0.04	137	0.45	0.16	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Heterodontus francisci	137	0.62	0.22	183	0.61	0.13	52	0.91	0.32	6	0.11	0.08
Heterodontus mexicanus	0	0.00	0.00	56	0.19	0.07	0	0.00	0.00	1	0.02	0.02
Hexanchus griseus	0	0.00	0.00	3	0.01	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Isurus oxyrinchus	687	3.11	1.19	276	0.91	0.12	107	1.88	0.62	257	4.67	1.46
Mustelus californicus	111	0.50	0.15	78	0.26	0.09	0	0.00	0.00	3	0.05	0.05
Mustelus henlei	442	2.00	0.48	2678	8.87	1.27	115	2.02	0.73	0	0.00	0.00
Mustelus lunulatus	72	0.33	0.14	1	0.00	0.00	3	0.05	0.05	0	0.00	0.00
Mustelus spp.	157	0.71	0.23	213	0.71	0.19	33	0.58	0.51	1	0.02	0.02
Negaprion brevirostris	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Notorynchus cepedianus	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Prionace glauca	1810	8.19	1.68	732	2.42	0.40	205	3.60	1.13	708	12.87	1.92
Rhizoprionodon longurio	0	0.00	0.00	3	0.01	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Sphyrna lewini	3	0.01	0.01	12	0.04	0.02	9	0.16	0.14	2	0.04	0.03
Sphyrna spp.	3	0.01	0.01	6	0.02	0.02	0	0.00	0.00	1	0.02	0.02
Sphyrna zygaena	110	0.50	0.11	228	0.76	0.15	99	1.74	0.54	40	0.73	0.19
Squalus acanthias	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Squatina californica	205	0.93	0.26	410	1.36	0.23	138	2.42	0.71	2	0.04	0.04
Triakis semifasciata	17	0.08	0.03	24	0.08	0.02	7	0.12	0.06	15	0.27	0.13
Subtotal	3864			5342			911			1045		
Batoideos												
Bathyraja spinosissima	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Dasyatis dipterura	8	0.04	0.02	12	0.04	0.02	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Dasyatis longa	25	0.11	0.09	7	0.02	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Gymnura marmorata	72	0.33	0.10	173	0.57	0.13	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Himantura pacifica	0	0.00	0.00	3	0.01	0.01	1	0.02	0.02	0	0.00	0.00
Myliobatis californica	1144	5.18	1.95	179	0.59	0.10	134	2.35	1.18	0	0.00	0.00
Myliobatis longirostris	9	0.04	0.03	20	0.07	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Myliobatis spp.	13	0.06	0.04	5	0.02	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Narcine entemedor	23	0.10	0.04	15	0.05	0.02	2	0.04	0.04	0	0.00	0.00
Platyrhinoidis triseriata	0	0.00	0.00	15	0.05	0.02	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Pteroplatytrygon violacea	1	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Raja inornata	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Raja spp.	10	0.05	0.02	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Raja velezi	29	0.13	0.05	5	0.02	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Rhinobatos glaucostigma	13	0.06	0.03	112	0.37	0.13	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Rhinobatos productus	1842	8.34	1.54	1793	5.94	0.87	159	2.79	0.85	26	0.47	0.18
Rhinobatus spp.	6	0.03	0.03	6	0.02	0.02	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Rhinoptera steindachneri	8	0.04	0.02	24	0.08	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

Torpedo californica	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Urobatis concentricus	1	0.00	0.00	13	0.04	0.03	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Urobatis halleri	0	0.00	0.00	3	0.01	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Urotrygon chilensis	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Urotrygon nana	0	0.00	0.00	2	0.01	0.01	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Urotrygon rogersi	0	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Zapteryx exasperata	199	0.90	0.24	796	2.64	0.49	107	1.88	0.59	8	0.15	0.11
Subtotal	3404			3189			403			34		

6.5 *Diversidad y biogeografía*

La riqueza registrada en la zona de estudio fue elevada, se identificaron 52 especies de elasmobranquios; asimismo el nivel de diversidad en la costa occidental de B.C.S. para este grupo de peces fue alto, según lo calculado con el índice de Shannon-Wiener (*H*'=2.34 bit/Ind ±0.01 e.s.; Tabla 10) durante el periodo 2000-2010.

Se reportó una mayor riqueza de especies en la zona con afinidad a la provincia de California (zona norte) de la costa occidental de B.C.S., con un registro de 46 especies de elasmobranquios, asimismo la diversidad en esta zona fue elevada de acuerdo al índice de diversidad (*H*'=2.32 bit/Ind ±0.02 e.s.; Tabla 10). Por otro lado en la zona con afinidad a la provincia de Cortés (zona sur) se registro una menor riqueza con respecto a la zona norte, registrándose 26 especies de elasmobranquios, debido a esto el índice de diversidad fue menor en esta zona (*H*'=2.19 bit/Ind ±0.14 e.s.; Tabla 10).

Asimismo se encontraron diferencias significativas (t=14.93; p<0.001), entre los índices de diversidad estimados entre las zonas norte y sur. En complemento a esta diferencia, el índice de Jaccard estimado entre las dos zonas fue bajo (J=0.42), lo cual confirma la diferencia en la composición de especies de elasmobranquios entre las localidades estudiadas, (Tabla 9). El intervalo de valores para el índice de Jaccard va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

La diferencia encontrada en ambas zonas, se debe principalmente a la segregación en las capturas de algunas especies (Tabla 9), registrando especies que solamente fueron encontradas en la zona norte (n=26 especies únicas) como por ejemplo, el tiburón angelito (*S. californica*), tiburón cornudo (*H. francisci*), entre otras, (Tabla 9). Asimismo se encontraron especies únicas en la zona sur (n=7 especies únicas) como por ejemplo el tiburón piloto (*C. falciformis*), tiburón zorro pelágico (*A.*

pelagicus) entre otras (Tabla 9). Los valores de dominancia oscilaron de manera general entre 0.83 y 0.86, esto quiere decir que se presentaron diferentes especies dominantes en la zona de estudio (Tabla 10), lo cual es ocasionado por las diferencias en sus abundancias. Asimismo este índice nos indica la elevada diversidad de la región; ya que este índice varia de cero a uno, cuando el valor es cercano a uno la diversidad es mayor en la zona de estudio. Los valores de equidad se mantuvieron entre 0.59 y 0.62, (Tabla 10). Estos valores indican que hay poca semejanza de especies en la zona de estudio, es decir que hay diferencias en las abundancias. El valor de Pielou va de cero a uno, donde uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

Tabla 9. Ordenamiento de las especies de acuerdo a las provincias marinas propuestas por varios autores. En la primera columna se encuentran las especies que se distribuyen a lo largo de toda la costa occidental de B.C.S. La segunda columna representa a las especies de elasmobranquios afines a la provincia de California. La tercera columna está representada por las especies afines a la provincia de Cortés. Las especies se encuentran ordenadas de su mayor a menor abundancia relativa.

Costa occidental de B.C.S.	***n***	**Afines a la provincia de California**	***n***	**Afines a la provincia de Cortés**	***n***
Rhinobatos productus	3820	*Squatina californica*	755	*Carcharhinus falciformis*	258
Prionace glauca	3455	*Heterodontus francisci*	378	*Myliobatis* spp.	18
Mustelus henlei	3235	*Galeorhinus galeus*	152	*Alopias pelagicus*	15
Myliobatis californica	1457	*Cephaloscyllium ventriosum*	151	*Carcharhinus longimanus*	7
Isurus oxyrinchus	1327	*Triakis semifasciata*	63	*Carcharhinus limbatus*	3
Zapteryx exasperata	1110	*Heterodontus mexicanus*	57	*Galeocerdo cuvier*	3
Sphyrna zygaena	477	*Carcharhinus obscurus*	53	*Carcharhinus leucas*	2
Mustelus spp.	404	*Alopias vulpinus*	36	*Negaprion brevirostris*	1
Gymnura marmorata	245	*Platyrhinoidis triseriata*	15		
Mustelus californicus	192	*Urobatis concentricus*	14		
Rhinobatos glaucostigma	125	*Carcharhinus altimus*	12		
Mustelus lunulatus	76	*Carcharodon carcharias*	4		
Narcine entemedor	40	*Himantura pacifica*	4		
Raja velezi	34	*Hexanchus griseus*	3		
Rhinoptera steindachneri	32	*Urotrygon chilensis*	3		
Dasyatis longa	32	*Urobatis halleri*	2		
Myliobatis longirostris	29	*Pteroplatytrygon violacea*	2		
Sphyrna lewini	26	*Carcharhinus brachyurus*	1		
Dasyatis dipterura	20	*Bathyraja spinosissima*	1		
Rhinobatos spp.	12	*Notorhynchus cepedianus*	1		
Raja spp.	11	*Echinorhinus cookie*	1		
Sphyrna spp.	10	*Raja inornata*	1		
Rhizoprionodon longurio	3	*Squalus acanthias*	1		
		Urotrygon rogersi	1		
		Torpedo californica	1		
		Urotrygon nana	1		

Tabla 10. Índices de diversidad aplicados en la costa occidental de B.C.S.

	n viajes	n especies	n individuos	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Pielou	Índice de Simpson
Costa occidental de B.C.S.	635	52	17737	2.34	0.59	0.86
Zona Norte	339	33	9528	2.32	0.62	0.84
Zona Sur	296	40	8209	2.19	0.59	0.83

6.6 *Estado de amenaza*

Se encontró que 51 de las 52 especies registradas en el presente estudio, estuvieron clasificadas en cinco de las nueve categorías propuestas por la UICN. Las categorías donde fueron englobadas las especies de elasmobranquios registradas en el área de estudio fueron (categorías ausentes: no evaluado, en peligro crítico, extinción en estado silvestre y extinción):

Datos Insuficientes (DD): se cataloga al taxón en esta categoría cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación (directa o indirecta), de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar estudiado, pero carecer de datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Por lo cual esta categoría no es una categoría de amenaza (UICN, 2001).

Preocupación Menor (LC): se considera en esta categoría cuando el taxón al ser evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de en peligro crítico, en peligro, vulnerable o casi amenazado. Se incluyen en esta categoría taxa abundantes y de amplia distribución que se encuentran en menor riesgo de extinción (UICN, 2001).

Casi Amenazado (NT): es cuando el taxón ha sido evaluado según los criterios propuestos por la UICN y no satisface los criterios para las categorías en peligro crítico, en peligro o vulnerable, pero está próximo a satisfacer los criterios en un futuro cercano (UICN, 2001).

Vulnerable (VU): un taxón es vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica una posible reducción en la población, la fragmentación de la misma o la disminución en la distribución natural de la especie, por lo cual se considera que las

especies catalogadas en esta categoría están enfrentando un alto riesgo de extinción en estado silvestre (UICN, 2001).

En Peligro (EN): Se considera a las especies en esta categoría, cuando la mejor evidencia disponible indica la reducción en el tamaño poblacional de ≥70% en los últimos 10 años y la disminución de individuos maduros; por lo cual se encuentran comprometida su existencia globalmente, ya sea por causas antropogénicas, cambios en el hábitat o por cambios graduales del clima (UICN, 2001).

Las especies de tiburones se englobaron en cinco categorías de la UICN, la categoría donde se agruparon más especies fue en la categoría casi amenazada (NT; *n*=10), seguida de, vulnerable (VU; *n*=9), datos insuficientes (DD; *n*=5), preocupación menor (LC; *n*=5) y por último con una sola especie se encontró en la categoría en peligro (EN), (Tabla 11 y Fig. 13).

Tabla 11. Evaluación de la lista roja de los tiburones capturados en la costa occidental de Baja California Sur.

Especies de tiburones	Categoría	Autores proponentes	Año de la evaluación
Carcharhinus altimus	DD	Pillans, R., A. Amorim, P. Mancini, M. González & C. Anderson.	2008
Heterodontus francisci	DD	Carlisle, A.B.	2006
Heterodontus mexicanus	DD	Villavicencio-Garayzar, C.	2006
Notorynchus cepedianus	DD	Compagno, L.J.V.	2005
Rhizoprionodon longurio	DD	Smith, W.D., J.F. Márquez-Farias J.C. & Pérez-Jiménez.	2008
Cephaloscyllium ventriosum	LC	Villavicencio-Garayzar, C.	2006
Mustelus californicus	LC	Pérez-Jiménez, J.C. & A.B. Carlisle.	2004
Mustelus henlei	LC	Pérez-Jiménez, J.C. & A.B. Carlisle.	2004
Mustelus lunulatus	LC	Pérez Jiménez, J.C., C. Ruíz & A. Carlisle.	2004
Triakis semifasciata	LC	Carlisle, A. & S.E. Smith.	2004
Carcharhinus brachyurus	NT	Duffy, C. & I. Gordon.	2003
Carcharhinus falciformis	NT	Bonfil, R., A. Amorim, C. Anderson, R. Arauz, J. Baum, S.C. Clarke, R.T. Graham, M. González, M. Jolón, P.M. Kyne, P. Mancini, F. Márquez, C. Ruíz, & W. Smith.	2007
Carcharhinus leucas	NT	Simpfendorfer, C. & G.H. Burgess.	2005
Carcharhinus limbatus	NT	Burgess, H. G. & S. Branstetter.	2005
Echinorhinus cookei	NT	Paul, L.	2003
Galeocerdo cuvier	NT	Simpfendorfer, C.	2005
Hexanchus griseus	NT	Cook, S.F. & L.J.V. Compagno.	2005
Negaprion brevirostris	NT	Sundström, L.F.	2005
Prionace glauca	NT	Stevens, J.	2005
Squatina californica	NT	Cailliet, G.M.	2005

Alopias pelagicus	VU	Reardon, M., F. Márquez, T. Trejo S.C. & Clarke.	2004
Alopias vulpinus	VU	Goldman, K.J., J. Baum, G.M. Cailliet, E. Cortés, S. Kohin, D. Macías, P. Megalofonou, M. Pérez, A. Soldo & T. Trejo.	2007
Carcharhinus longimanus	VU	Baum, J., E. Medina, J.A. Musick & M. Smale.	2006
Carcharhinus obscurus	VU	Musick, J.A., R.D. Grubbs, J. Baum & E. Cortés.	2007
Carcharodon carcharias	VU	Fergusson, I., L.J.V. Compagno & M. Marks.	2005
Galeorhinus galeus	VU	Walker, T.I., R.D. Cavanagh, J.D. Stevens, A.B. Carlisle, G. Chiramonte, A. Domingo, D.A. Ebert, C.M. Mancusi, A. Massa, M. McCord, G. Morey, L.J. Paul, F. Serena & C.M. Vooren.	2006
Isurus oxyrinchus	VU	Cailliet, G.M., R.D. Cavanagh, D.W. Kulka, J.D. Stevens, A. Soldo, S. Clo, D. Macías, J. Baum, S. Kohin, A. Duarte, J.A. Holtzhausen, E. Acuña, A. Amorim & A. Domingo.	2004
Sphyrna zygaena	VU	Casper, B.M., A. Domingo, N. Gaibor, M.R. Heupel, E. Kotas, A.F. Lamónaca, J.C. Pérez-Jiménez, C. Simpfendorfer, W.D. Smith, J.D. Stevens, A. Soldo & C.M. Vooren.	2005
Squalus acanthias	VU	Fordham, S., S.L. Fowler, R. Coelho, K.J. Goldman & M. Francis.	2006
Sphyrna lewini	EN	Baum, J., S. Clarke, A. Domingo, M. Ducrocq, A.F. Lamónaca, N. Gaibor, R. Graham, S. Jorgensen, J.E. Kotas, E. Medina, J. Martínez-Ortiz, J. Monzini Taccone di Sitizano, M.R. Morales, S.S. Navarro, J.C. Pérez, C. Ruiz, W. Smith, S.V. Valenti & C.M. Vooren.	2007

Las especies de batoideos se agruparon solamente en tres de las nueve categorías. La categoría donde se agruparon mas especies de batoideos fue la de datos insuficientes (DD; *n*=12), seguida de preocupación menor (LC; *n*=6) y casi amenazado (NT; *n*=3), (Tabla 11 y Fig. 13). Asimismo mediante este análisis se observó la ausencia de una especies de batoideos (*Himantura pacifica*) en la lista roja.

Tabla 12. Evaluación de la lista roja de los batoideos capturados en la costa occidental de Baja California Sur.

Especies de batoideos	Categoría	Autores proponentes	Año de la evaluación
Dasyatis dipterura	DD	Smith, W.D., J.J. Bizzarro & J. Lamilla.	2006
Dasyatis longa	DD	Smith, W.D.	2006
Gymnura marmorata	DD	Smith, W.D. & J.J. Bizzarro,	2006
Narcine entemedor	DD	Villavicencio Garayzar, C. & JJ. Bizzarro.	2004
Raja inornata	DD	Robinson, H.J., D.A. Ebert & G.M. Cailliet.	2008
Raja velezi	DD	Valenti, S.V. & P.K. Kyne.	2008
Rhinobatos glaucostigma	DD	Bizzarro, J.J.	2008
Urobatis concentricus	DD	Bizzarro, J.J.	2006
Urotrygon chilensis	DD	Lamilla, J.	2004
Urotrygon nana	DD	Robertson, R., R. Rojas, S.V. Valenti & E. Cronin.	2008
Urotrygon rogersi	DD	Valenti, S.V.	2008
Zapteryx exasperata	DD	Bizzarro, J.J. & P.M. Kyne.	2006
Bathyraja spinosissima	LC	Ebert, D.A. & A. Orlov.	2004
Myliobatis californica	LC	Cailliet, G.M. & W.D. Smith.	2006
Platyrhinoidis triseriata	LC	Carlisle, A.B. & C.V. Garayzar.	2006
Pteroplatytrygon violacea	LC	Baum, J., I. Bianchi, A. Domingo, D.A. Ebert, R.D. Grubbs, C. Mancusi, A. Piercy, F. Serena & F.F. Snelson.	2007
Torpedo californica	LC	Neer, J.A.	2005
Urobatis halleri	LC	Ebert, D.A.	2006
Myliobatis longirostris	NT	Smith, W.D. & J.J. Bizzarro.	2006
Rhinobatos productus	NT	Márquez, F., W.D. Smith & J.J. Bizzarro.	2006
Rhinoptera steindachneri	NT	Smith, W.D. & J.J. Bizzarro.	2006

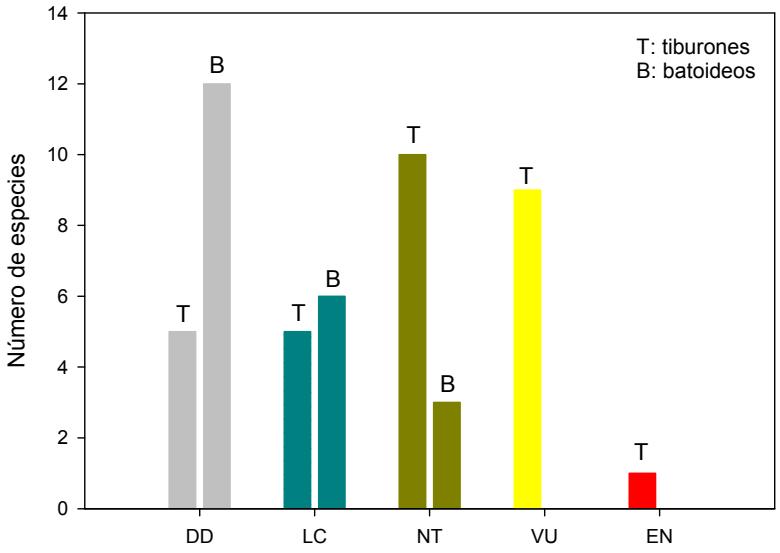


Figura 13. Categorías de la UICN para las especies de elasmobranquios registradas en la costa occidental de B.C.S. Abreviaturas: DD: Datos Insuficientes; LC: Preocupación Menor; NT: Casi Amenazado; VU: Vulnerable; EN: En Peligro.

7. Discusión

7.1 *Estudio de los campos artesanales*

El noroeste mexicano es el área de mayor importancia en la captura total de elasmobranquios en ambos litorales mexicanos. En 2009 la captura de esta área geográfica representó el 67% de la captura total (aproximadamente 15,853 toneladas) de la costa del Pacífico mexicano (Bizzarro *et al.*, 2007a; SAGARPA, 2009). Con los resultados del presente estudio y en conjunto con los estudios previos realizados por Bizzarro *et al*. (2009a), Smith *et al*. (2009), Bizzarro *et al*. (2009b), Bizzarro *et al*. (2009c) y Cartamil *et al*. (2011), se complementa la caracterización de la pesquería artesanal de todo el noroeste mexicano, lo cual es un importante avance para el manejo de esta pesquería.

La costa occidental de B.C.S. es una de las regiones donde más se captura elasmobranquios por la pesquería artesanal. En esta región, se registró el mayor número de campos artesanales en comparación con diferentes regiones que comprenden el noroeste mexicano; seguido por la costa occidental de B.C. (44 campos; Cartamil *et al*., 2011), la costa oriental de B.C.S. (42 campos; Bizzarro *et al*., 2009b), Sinaloa (28 campos; Bizzarro *et al*., 2009a), Sonora (19 campos; Bizzarro *et al*., 2009c) la costa oriental de B.C. (17 campos; Smith *et al*., 2009).

Los elasmobranquios son un recurso importante para las pesquerías artesanales de la costa occidental de B.C.S., ya que en 45 de los 60 campos pesqueros se registró una pesca dirigida a los elasmobranquios ya sea como pesca primaria o secundaria. Sin embargo este recurso fueron la captura primaria de solamente seis campos, ocasionado posiblemente por los aspectos económicos de esta pesquería, ya que tiene altos costos de operación, combustible, aceites, equipo, arte de pesca, elevado costo del financiamiento si lo hay, lugares de acopio aislados y con poca infraestructura, canales limitados de comercialización y en consecuencia bajos beneficios para los productores (Ponce-Díaz *et al*., 2009). Asimismo se observó que la pesquería artesanal en el área de estudio se realiza principalmente por pescadores con permiso (concesionarios), pescadores libres y cooperativas, tal como ha sido descrito previamente para la pesquería de peces teleósteos en la zona de estudio (Méndez-García, 2005).

Además de ser especies objetivos de la pesquería artesanal, los elasmobranquios son comúnmente capturados de forma incidental en la pesca de teleósteos. En el presente estudio se registró que en la pesca del lenguado de California (*Paralichthys californicus*) que se realiza con redes agalleras, se capturan incidentalmente elasmobranquios, tal fue el caso de *R. productus* and *M. henlei*. Asimismo se observó que los pescadores fueron oportunistas en algunos campos artesanales, ya que enfocan a la pesca de acuerdo a la abundancia de la fauna local, lo cual varió de acuerdo a la temporada; este comportamiento es ocasionado principalmente por el bajo precio de los elasmobranquios (7-14 pesos kg^{-1}) en comparación a otros recursos pesqueros presentes en el área de la costa occidental de B.C.S. [por ejemplo: lenguado de California (20-40 pesos kg^{-1}), curvina (*Atractoscion nobilis*; 40-60 pesos kg^{-1}), abulón (300–500 pesos kg^{-1}) y langosta (150–250 pesos kg^{-1})].

Asimismo se ha documentado que en la costa occidental de B.C.S. hay embarcaciones de mediana altura que se enfocan en la captura principalmente de tiburones. Se realizaron estudios de 1996 a 2001 con datos de captura de distintas embarcaciones, encontrando que las especies de mayor frecuencia en las capturas fueron el tiburón azul, seguido por el tiburón piloto y el tiburón mako (Ramírez-González, 2002; Jaime-Rivera, 2004; Galván-Magaña, 2009); con lo cual se puede observar la gran presión de pesca ejercida hacia distintas especies de elasmobranquios, lo cual podría estar ocasionando una disminución en sus poblaciones.

7.2 *Datos biológicos*

Las desembarques muestreados en el presente estudio estuvieron dominados por los tiburones (contribuyendo con el 61% del total de la captura). Sin embargo, en comparación con la pesquería de tiburones que empezó en 1930, la captura de batoideos en México es una actividad relativamente reciente. A finales de 1980's aumento la demanda de este recurso, debido a la elevada pesca incidental de batoideos en las embarcaciones camaroneras, por lo cual pescadores empezaron a comercializar ese recurso. A principio de 1990's debido al descenso en la captura del

tiburón bironche (*Rhizoprionodon longurio*) y a la creciente demanda en el mercado de este recurso, los pescadores artesanales empezaron a capturar a los batoideos como especie objetivo primario (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998). Actualmente la pesquería artesanal de batoideos está en crecimiento (Fig. 14), los datos estadísticos oficiales reflejan este incremento, ya que en Baja California Sur del 2008 (983 toneladas) al 2009 (1,504 toneladas) hubo un incremento mayor al 50% en la captura de batoideos (Márquez-Farias y Blanco-Parra, 2006; SAGARPA, 2009).

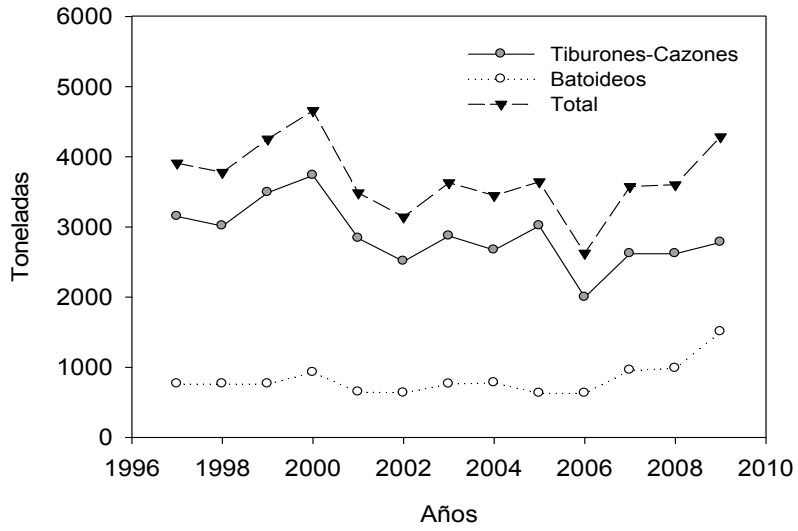


Figura 14. Capturas históricas de elasmobranquios en Baja California Sur de 1997 a 2009.

En el presente trabajo se observaron diferencias en la selectividad de las artes de pesca. En el caso de las redes agalleras se encontró que las capturas de tiburones (47%) y batoideos (53%) fueron semejantes en los desembarques. En total se registraron 49 especies de elasmobranquios, varias especies dominaron las capturas (10 especies), lo que sugiere la poca selectividad de las redes en cuanto a la riqueza de especies. Por otro lado, las capturas realizadas por palangres estuvieron dominadas por el grupo de los tiburones con el 99%. Se registraron 16 especies de elasmobranquios; sin embargo las capturas fueron dominadas solamente por dos especies (tiburón azul y tiburón mako) cuyas capturas representaron el 91% de las capturas totales, por lo cual podría decirse que los palangres son selectivos en referencia a la riqueza de especies.

La prevalencia de juveniles en varias especies de elasmobranquios (por ejemplo *G. galeus*, *C. ventriosum*, *C. obscurus, M. californica*) durante todo el año y la elevada frecuencia de las clases de tallas pequeñas en varias especies de tiburones (por ejemplo *P. glauca*, *I. oxyrinchus*, *S. zygaena*) dentro de los desembarques sugieren que el esfuerzo pesquero de la pesquería artesanal posiblemente este dirigido a zonas de reproducción o de crianza. A lo largo de la costa occidental de B.C.S. se encuentran tres sistemas lagunares costeros de gran importancia (Guerrero Negro-Ojo de Liebre, Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena; Fig. 3), los cuales son altamente productivos y proveen diversos hábitats, los cuales podrían jugar un papel fundamental para el ciclo de vida de los elasmobranquios (Ibarra-Obando *et al*., 2001). Asimismo ha sido documentado que los elasmobranquios costeros usan las bahías, estuarios y lagunas costeras para forrajeo, zona de descanso, apareamiento y zonas de crianza (Pratt y Carrier 2001; Heupel y Simpfendorfer 2005; Farrugia *et al*., 2011). La determinación de las zonas de crianza es crítico para la sustentabilidad de las poblaciones de elasmobranquios, por lo cual estos sistemas lagunares deben ser estudiados cuidadosamente, para determinar su importancia en el ciclo de vida de los elasmobranquios presentes en la zona (Branstetter, 1990)

La segregación sexual ha sido previamente reportado en los elasmobranquios (Sims, 2005); en el presente estudio se observó esta tendencia en varias especies, se encontró en los desembarques grupos de especies del mismo sexo, esto se documentó claramente en la guitarra común (*R. productus*), en la raya de California (*M. californica*), en la guitarra rayada (*Z. exasperata*,), tiburón angelito (*S. californica*) y en las especies del Género *Mustelus*. Estas agrupaciones se observaron entre hembras y machos o entre individuos juveniles y adultos de las distintas especies. Las segregaciones son un comportamiento que puede darse entre los individuos de una especie, debido principalmente a las diferencias de sexo, al tamaño corporal, su comportamiento, requerimientos nutricionales y/o a la selección de un hábitat (Klimley, 1987; Magurran y Macías-García, 2000; Sims, 2005; Wearmouth y Sims, 2008). Los hábitats podrían ser seleccionados de diferente manera, ya sea por razones al forrajeo social o por razones térmicas (Wearmouth y Sims, 2008). Además

se ha documentado que la tendencia de las especies a ser capturadas en grupo hace a estas especies más vulnerables a la pesca, por lo cual hay que poner especial atención a las especies con tendencia a las segregaciones (Applegate *et al*., 1993).

La guitarra común y el tiburón azul fueron las dos especies de elasmobranquios más abundantes en los desembarques de la pesca artesanal de la costa occidental de B.C.S. Estas dos especies fueron también las más abundantes en la costa occidental de B.C. (Cartamil *et al*., 2011), por lo tanto estas dos especies son las de mayor importancia para la pesquería artesanal a lo largo de toda la costa occidental de la Península de Baja California (Márquez-Farias, 2002; Bizzarro *et al*., 2009a; Smith *et al*., 2009). La alta presión pesquera para estas dos especies podría ocasionar un declive de sus poblaciones, por lo cual deberían ser monitoreadas. En los desembarques de la guitarra común se observó que las capturas estuvieron dominadas por las hembras, lo cual sugiere una segregación sexual en el área de estudio, este mismo comportamiento ha sido reportado previamente para esta especie pero con individuos distribuidos en el Golfo de California (Márquez-Farias, 2007).

Asimismo se registró una segregación sexual en los desembarques del tiburón azul, lo cual fue reportado previamente para esta especie (Sims, 2005; Nakano y Seki, 2002). En la costa occidental de B.C.S. esta segregación fue reportada anteriormente por Carrera-Fernández *et al*. (2010), quien también encontró que las capturas estuvieron dominadas por juveniles. Litvinov (2006) menciona que los desembarques están dominados por juveniles, debido a que se distribuyen cerca a la costa y en aguas neríticas, por lo cual son más propensos a ser capturados por este tipo de pesquerías.

7.3 *Temporalidad*

Se encontró variación temporal de las especies objetivo para la pesquería artesanal de elasmobranquios en el área de estudio. Las diferencias registradas en la composición de elasmobranquios en las temporadas, pueden ser explicadas por las condiciones oceanográficas altamente variables en el área de estudio. Sin embargo

se registraron algunas especies que estuvieron presentes durante todo el año, como: *P. glauca*, *I. oxyrinchus*, *R. productus*, y *S. zygaena*.

Varias de las especies registradas en los desembarques, podrían estar realizando migraciones estacionales, las cuales se encuentran asociadas a las condiciones adecuadas para las especies (Bizzarro *et al*., 2007a). La temperatura juega un rol importante en la temporalidad de la de migración de varias especies de elasmobranquios de aguas cercanas a la costa (Talent, 1985; Wallman y Bennett, 2006; Wiley y Simpfendorfer, 2008). Como consecuencia la distribución y abundancia de los peces será altamente cambiantes debido al factor temporal y/o espacial, esto ocasiona, que las capturas sean igualmente variables (Bizzarro *et al*., 2007a).

Asimismo se encontró que el esfuerzo pesquero fue mayor durante las temporadas de primavera-verano, se registró la disminución importante del esfuerzo pesquero en las temporadas de otoño-invierno, esta disminución es ocasionada principalmente porque en esas dos temporadas las condiciones oceanográficas son más adversas, dada la presencia de los vientos del noroeste, estos vientos se intensifican en otoño e invierno lo cual ocasiona oleaje fuerte, lo que dificulta y en muchos casos impide las actividades pesqueras (Jaramillo *et al*., 2004).

7.4 *Diversidad y biogeografía*

La estimación de los niveles de diversidad en estudios pesqueros pueden ser utilizados para detectar cambios en la estructura de la población de las especies explotadas comercialmente (Tavares y Arocha, 2008). Además se ha sugerido que los administradores de las pesquerías pueden usar la diversidad de especies y la presencia de especies claves en un área determinada, como indicadores del funcionamiento de los ecosistemas marinos (Bracken *et al*., 2007). La aplicación de los índices de diversidad en la pesquería de elasmobranquios es relativamente reciente, por lo tanto pocos son los estudios que han utilizado estos índices para la pesquería de elasmobranquios (por ejemplo: Worm *et al*., 2003; Tavares y Arocha 2008).

El índice de Shannon-Wiener estimado para la costa occidental fue relativamente alto (*H*'=2.34 bit/Ind ±0.01 e.s.), lo cual sugiere una gran diversidad de

elasmobranquios en la zona. Esta alta diversidad está relacionada con la alta riqueza de especies (52 especies) en la zona, esto en comparación al número de especies que han sido reportados en otros estudios del noroeste mexicano. En Sonora se identificaron 43 especies (Bizzarro *et al*., 2009c), en la costa oriental de B.C.S. 36 especies (Bizzarro *et al*., 2009b), en la costa oriental de B.C. 32 especies (Smith *et al*., 2009), en la costa occidental de B.C. 25 especies (Cartamil *et al*., 2011) y Sinaloa 18 especies (Bizzarro *et al*., 2009a), siendo por lo tanto la costa occidental de B.C.S. la región con mayor riqueza de especies del noroeste Mexicano. Si bien se registró un alta riqueza en la pesquería, cabe mencionar que varias especies a menudo fueron descartadas y devueltas al mar debido a su poco o nulo valor en el mercado (por ejemplo *R. inornata*, *U. hallery*, *P. triseriata*, *E. cookei*).

La alta riqueza y diversidad de elasmobranquios de diferentes afinidades y requerimientos ecológicos, se pueden atribuir a la convergencia de corrientes encontrada en el área de estudio, la topografía y la batimetría, que en conjunto originan un ecosistema muy dinámico con un amplio régimen térmico y una gran variedad de hábitats. La costa occidental de la Península de Baja California, es un área muy dinámica, influenciada por la Corriente de California, de origen templado-frio y la corriente Norecuatorial con características tropicales (Hickey, 1979; Lynn y Simpson, 1987). La convergencia de estas dos corrientes ocasiona que en la costa occidental de B.C.S. exista una fauna discontinua con presencia y mezcla de especies tropicales-templadas, donde la composición faunística va a estar fuertemente influenciada por la corriente imperante (Hubbs, 1960; Walker, 1960, Castro-Aguirre y Torres-Orozco 1993; Lluch-Belda *et al*., 2003; Dawson *et al*., 2006). Estas condiciones ocasionaron que se encontraran especies con afinidades tropicales (por ejemplo: *R. glaucostigma* y *N. brevirostris*) y templadas (por ejemplo: *T. californica* y *A. vulpinus*) en la composición de elasmobranquios, lo cual ocasiona una riqueza importante de especies en el área de estudio. En este sentido, la heterogeneidad ambiental se identifica como uno de los posibles promotores de la alta diversidad específica registrada en este estudio.

A pesar del dominio de especies con amplia distribución, en el área de estudio se observó un cambio importante en la asociación y abundancia de algunas especies

hacia el sur y norte de Bahía Magdalena (Punta San Lázaro; Fig. 15). Se encontró un bajo nivel de similitud entre ambas zonas (Índice de Jaccard, *J*=0.42) lo cual sugiere que hay diferencia en la composición de especies, debido principalmente a las distintas condiciones oceanográficas entre las zona norte y sur antes mencionadas. Se encontraron especies que solo fueron registradas en la zona sur (por ejemplo: *C. falciformis* y *A. pelagicus*; Tabla 9) y especies que solo fueron registradas en la zona norte (por ejemplo: *S. californica* y *H. francisci*; Tabla 9). Bahía Magdalena se ubica en la zona de confluencia de las masas de agua del Pacífico central, el Pacífico tropical y la corriente de California, debido a esto es mencionada como una zona de transición, (Fig. 15), (Brinton y Reid, 1986). Asimismo se sugiere que desde la zona de San Ignacio hasta Bahía Magdalena corresponden a una zona de transición entre la provincia de California y la provincia de Cortés debido a la mezcla de especies tropicales-templadas, (Fig. 15) (Dawson *et al*., 2006), lo antes mencionado se evidencia en el presente trabajo, observando una mezcla de especies de elasmobranquios entre la zonas antes mencionadas.

También se observó que esta zona de transición es una posible frontera para la distribución de algunos elasmobranquios. McEachran y Notarbartolo di Sciara (1995), mencionan que la distribución de tres especies de batoideos (*Rhinoptera steindachneri, Rhinobatos glaucostigma* y *Myliobatis longirostris*; Tabla 9), se delimita en la parte de Laguna San Ignacio, esto coincidió con lo registrado en los desembarques, ya que no se registraron estas tres especies en campos pesqueros ubicados al norte de San Ignacio.

Por último Spalding *et al*. (2007) mencionan que la costa occidental de B.C.S. se encuentra dentro de la provincia denominada Pacífico nororiental templado-cálido. Estos autores mencionan que dentro del área de estudio convergen dos ecorregiones que denominan cuenca del sur de California y transición de Magdalena, la primera que abarca desde el sur de California hasta la parte norte de Bahía Magdalena y la segunda ecorregión corresponde del sur de Bahía Magdalena hasta la parte norte de las Islas de Revillagigedo, por lo tanto estos autores también proponen que la parte de Bahía Magdalena es una zona de transición, lo cual

concuerda con la diferencia en la composición de especies de elasmobranquios encontrado en el presente trabajo.

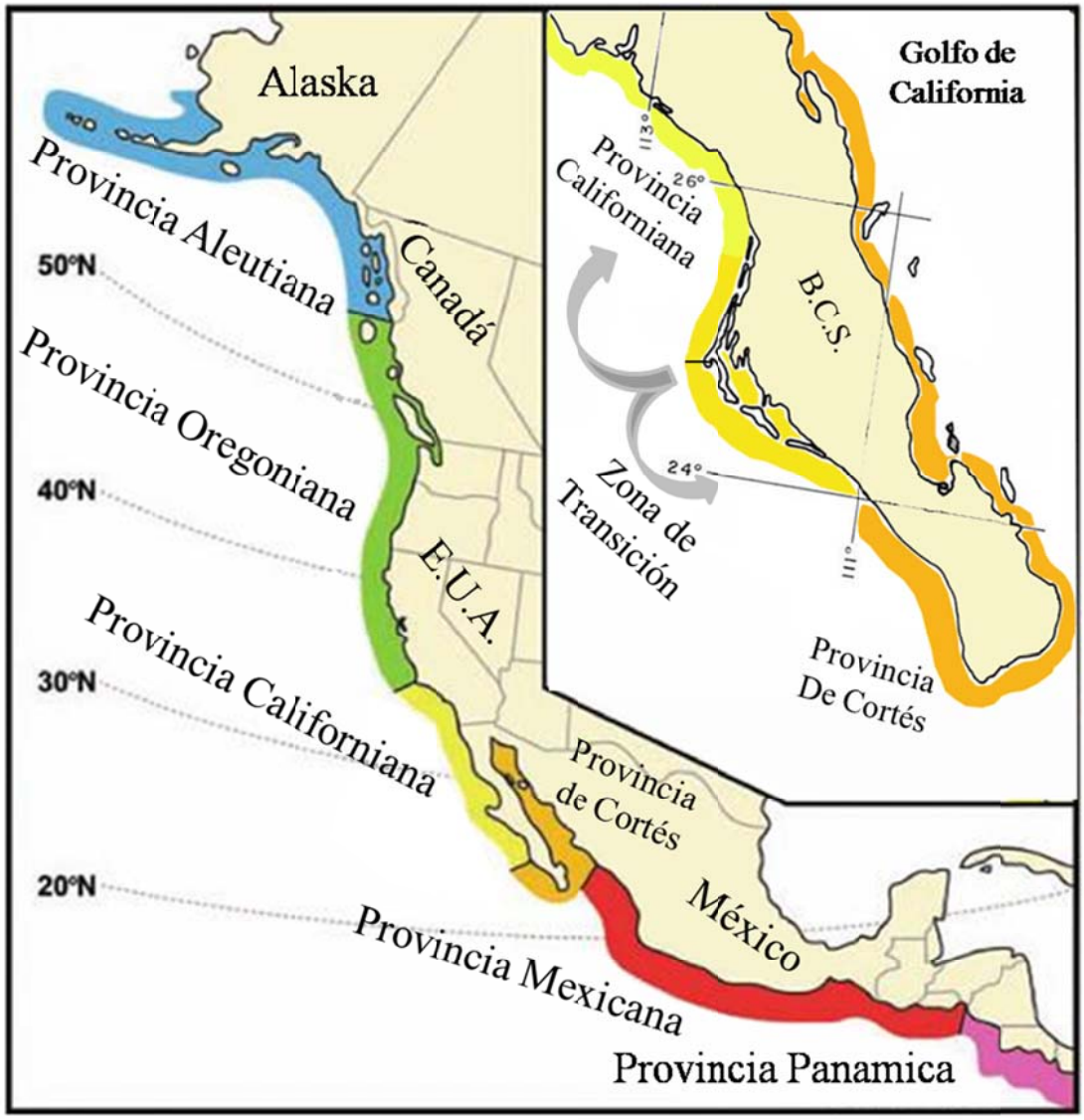


Figura 15. Mapa biogeográfico de la costa occidental de Norteamérica, tomado de Horn *et al*., 2006 y modificado por el autor.

7.5 *Estado de amenaza de los elasmobranquios*

El estado de amenaza de las especies registradas en el área de estudio demostró que es necesario realizar un mayor esfuerzo en el estudio de los elasmobranquios; ya que la categoría más frecuente fue, datos insuficientes, lo cual indica que la información para las especies es reducida, por lo cual se requiere más información, y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que la clasificación de amenaza pudiera ser apropiada o no (UICN, 2001).

La información del presente trabajo es relevante para la información de las especies que se agrupan en las categorías de vulnerable (*n*=9) y en peligro (*n*=1), ya que estas categorías están catalogadas como categorías de amenaza, por lo cual las especies englobadas en estas categorías, son primordiales para la conservación, debido a que están enfrentando un alto riesgo de extinción en estado silvestre, (Fig. 13) (UICN, 2001).

Se documentó la ausencia en la lista roja de una especies de batoideos (*H. pacifica*) registrada en el área de estudio. La ausencia de esta especie puede deberse a la falta de estudios, por lo cual la información recabada en la presente investigación puede servir para poder incluir a esta especie dentro de alguna categoría de la lista roja.

Un caso en particular fue el del tiburón blanco (*C. carcharias*), durante los muestreos del presente estudio, se registró la captura incidental de cuatro individuos juveniles de tiburón blanco en las redes de enmalle de los pescadores artesanales. Esta especie se encuentra protegida de manera nacional e internacional. En México el tiburón blanco está protegido por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2000 (DOF, 2000) expedida por la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), esta norma protege a las especies silvestres en categoría de riesgo, además de este tiburón, la NOM-059 protege a cuatro especies más de elasmobranquios (*Cetorhinus maximus, Rhicodon typus*, *Pristis pectinata* y *Muraenesox pristis*). Asimismo el tiburón blanco tiene protección especial por la NOM-029, es decir no puede ser capturado ni comercializado por ningún tipo de pesquería, debido a la reducción de sus poblaciones. Además de esta especie, doce especies de elasmobranquios están bajo protección especial (*C. maximus, R. typus*,

Pristiophorus schoroederi, *P. pectinata*, *Pristis perotteti*, *Pristis microdon*, *Manta birostris*, *Mobula japanica*, *Mobula thurstoni*, *Mobula munkiana*, *Mobula hypostoma* y *Mobula tarapacana*).

A nivel internacional el tiburón blanco esta dentro de la lista de CITES (Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) dentro del apéndice II desde el 2005. Este apéndice está dedicado a las especies que pueden resultar amenazadas de extinción si la comercialización de las especies no se regula con rigor. La comercialización internacional de esta especie requiere por lo tanto de un permiso especial de exportación (UNEP-WCMC, 2011).

7.6 *Implicación en el manejo pesquero*

A pesar de la importancia de la pesquería de elasmobranquios en México, pocas son las regulaciones que se han instituido para esta pesquería. El primer paso que se realizó para el manejo de esta pesquería fue formulado por el Instituto Nacional de Pesca, quienes en 1993 recomendaron una moratoria para la suspensión de la emisión de nuevos permisos de tiburones (Castillo-Géniz *et al*., 1998), la cual fue implementada en 1998 (Sosa-Nishizaki *et al*., 2008). Esto fue seguido por el desarrollo del Plan Nacional para la Conservación y Manejo de tiburones y rayas formulado por la Comisión Nacional de Agricultura y Pesca (CONAPESCA-INP, 2004). Finalmente se formuló la Norma Oficial Mexicana 029 (NOM-029-PESCA-2006) la cual fue promulgada a mediados de 2007; esta legislación tiene como objetivo proteger a los tiburones y rayas, basado en regulaciones específicas de la pesquería, para asegurar un manejo pesquero adecuado y la conservación de los elasmobranquios (DOF, 2007).

Durante los muestreos en los distintos campos pesqueros se observó que algunas embarcaciones tuvieron un número mayor de anzuelos que los permitidos por la NOM-029 (350 anzuelos), también esta norma limita a una red por embarcación con un mínimo de ancho de malla de 15 cm, sin embargo se registró que el número promedio de redes por embarcaciones fueron dos y la luz de malla fue variable; esto hace notar que es necesario implementar una mejor inspección para

revisar que se cumplan las regulaciones de la NOM-029, asimismo se observó que muchos de los pescadores entrevistados no tenían conocimiento de esta norma, por lo cual se recomienda realizar una mejor difusión sobre los puntos claves de la misma norma.

El manejo adecuado de las pesquerías de elasmobranquios se complica por la falta de información general sobre estas pesquerías. La falta de datos históricos de esta pesquería en el área de estudio, hacen imposible realizar una comparación para conocer el *estatus* de las poblaciones, por lo cual los presentes datos proveen información base para futuras comparaciones. Es necesario mejorar las estadísticas pesqueras y realizar más estudios para tener una gestión adecuada de estas pesquerías en la costa occidental de B.C.S. Es indispensable un programa de monitoreo continuo con información específica de datos de captura por sitios, lo cual ayudaría a proporcionar una estimación realista de los desembarques totales de elasmobranquios. También es necesario realizar estudios de reproducción, edad y crecimiento, alimentación, dinámica de poblaciones, genética de poblaciones, los cuales son importantes para la toma de decisiones de las especies explotadas. Es también importante incorporar el principio ecosistémico al manejo de esta pesquería, el cual representa un cambio sustancial en la perspectivas de manejo (Bracken *et al*., 2007).

Musick (2005), comenta que algunas especies de tiburones pueden ser capturadas y manejadas adecuadamente, principalmente las especies pequeñas que maduran más rápido y tienen un mayor número de crías. Un ejemplo de esto es la pesquería de *Mustelus antarcticus*, en Australia, en donde se ha implementado un plan de manejo lo cual ha provocado que se mantengan los niveles sustentables de esta especie. El éxito en esta pesquería es debido, al amplio conocimiento biológico que se tiene de la especie, así como las estrictas medidas de manejo, principalmente en la regulación del tamaño de luz de malla de las redes (Walker, 1998; Stevens, 1999).

En el presente estudio se comprobó que la pesquería de elasmobranquios es multiespecífica debido, principalmente al uso de las redes como arte de pesca, lo que complica su adecuada regulación y administración (Ponce-Díaz *et al*., 2009). Es

necesario realizar una evaluación en el caso de las redes, debido a la poca selectividad en cuanto al número de especies y a la captura de individuos juveniles de distintas especies. Por lo cual es preciso usar artes de pesca más selectivas que causen el menor impacto sobre los recursos y el medio ambiente (Galván-Magaña, 2009).

En aguas de la costa occidental de B.C.S. después de décadas de explotación de los elasmobranquios, es muy probable que esto este causando reducciones en las poblaciones y cambio en la estructura de tallas entre las especies de menor fecundidad (Stevens *et al*., 2000). Un caso en particular que se observó en el presente estudio fue con el tiburón angelito, esta especie fue explotada de manera importante en la zona de Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena (Villavicencio-Garayzar y Abitia-Cárdenas, 1994), sin embargo en el presente estudio no se registró esta especie en ambas localidades, sus capturas han sido restringidas en la parte norte de la costa occidental de B.C.S. Esto hace suponer que la presión pesquera ejercida hacia esta especie ha ocasionado que sus poblaciones hayan menguado. Estudios genéticos de esta especie dieron como resultado que los tiburones angelitos capturados en la costa occidental de la Península de Baja California están pasando por un fenómeno de "cuello de botella", lo cual significa que la población es pequeña, esto ocasionado la sobrepesca de esta especie (Ramírez-Amaro, 2009).

El estado de los elasmobranquios en México es también motivo de preocupación en la gestión de la pesquería para los Estados Unidos de América, debido a que son un recurso compartido de importancia ecológica y económica para ambos países (Cartamil *et al*., 2011). Muchas de las especies pelágicas como, azul mako y zorro tienen un alcance geográfico que los exponen a la pesquería de ambos países (Hanan *et al*., 1993; Obrien y Sunada, 1994; González, 2008). Además de varias de las especies que se registraron no se conocen los patrones de movimiento lo cual es de gran importancia para el manejo adecuado. Una estrategia de manejo binacional entre Estados Unidos de América y México puede ser requerido y ser efectivo (Cartamil *et al*., 2011).

Por último es necesario realizar estudios para conocer el aspecto socioeconómico de la pesquería de elasmobranquios, para entender como participa

esta actividad en la economía de los pescadores (Ponce-Díaz *et al*., 2009). Es también importante conocer cómo opera la red de comercialización de esta pesquería, ya que esto daría una idea de la complejidad de su importancia social y económica de la pesca artesanal en esta región. En el presente estudio se observó la presencia de limitados esquemas funcionales de organización para la producción (cooperativas pesqueras, unión de pescadores, pescadores libres), en el estudio realizado por Ponce-Díaz *et al*. (2009) se menciona que el esquema de una cooperativa pesquera se considera exitoso en su desempeño en la administración de la pesquería de escama, este modelo podría tomarse de igual manera para la administración de la pesquería de elasmobranquios.

8. Conclusiones

La costa occidental de Baja California Sur constituye una zona importante para la pesquería artesanal de elasmobranquios. Se registraron 60 campos artesanales, de los cuales el 75% de estos se enfocaron a la captura de elasmobranquios.

Se documentó el uso de dos artes de pesca para la captura de este recurso pesquero: las redes de enmalle y palangres. En las redes, las capturas estuvieron dominadas por tiburones pequeños y batoideos, mientras que en los palangres se observó que las capturas se enfocaron a los tiburones de mayor tamaño.

Las redes de enmalle fue el arte de pesca menos selectivo, en cuanto a la riqueza específica, ya que se registraron 49 especies de elasmobranquios y los palangres fueron más selectivos ya que se identificaron 16 especies.

La prevalencia de juveniles en varias especies de elasmobranquios en los desembarques a lo largo del año y la elevada frecuencia de las clases de tallas pequeñas en varias especies de tiburones sugieren que el esfuerzo pesquero podría estar dirigido a zonas de reproducción o de crianza.

El esfuerzo pesquero fue mayor durante las temporadas de primavera-verano, debido principalmente a las buenas condiciones oceanográficas que prevalecen en esas temporadas.

La diversidad (H'=2.34 bit/Ind ±0.01 e.s.) y riqueza de especies (52 especies) de elasmobranquios en el área de estudio fueron altas, en comparación a otras regiones del noroeste Mexicano.

Se documentó un cambio importante en la asociación y abundancia de algunas especies en el sur y norte de Bahía Magdalena, ocasionado principalmente por la convergencia de la corriente de California y la corriente Norecuatorial

9. Recomendaciones

Es importante seguir monitoreando la pesquería artesanal de elasmobranquios a lo largo de los campos pesqueros del área de estudio, ya que esto puede ayudar para conocer los posibles cambios que se pudieran dar en las poblaciones, principalmente en las especies más capturadas como la guitarra común y el tiburón azul.

Se recomienda que se mejoren las estadísticas pesqueras, implementar un programa de monitoreo continuo con información específica de datos de captura por sitios pesqueros, asimismo es importante realizar estudios de reproducción, edad y crecimiento, alimentación, dinámica de poblaciones, genética de poblaciones. Todos los aspectos antes mencionados son de fundamental importancia para poder tener una gestión adecuada de estas pesquerías en la costa occidental de B.C.S.

Es necesario realizar estudios socioeconómicos de la pesquería de elasmobranquios, para entender como participa esta actividad en la economía de los pescadores, estos estudios son necesarios para realizar un manejo adecuado de la pesquería.

10. Literatura Citada

Alonso-Castelán, C. 1998. Capturas comerciales de elasmobranquios en Baja California Sur, México (1990-1996). Tesis de licenciatura. UABCS. México, 67 p.

Álvarez-Borrego, J. 1983. Gulf of California. En: Ketchum, B.H. (Ed) Ecosystems of the world estuaries and enclosed seas. Elsevier Publishing Co., E.U.A., 500 p.

Álvarez del Villar, J. 1978. Los Cordados. Origen, evolución y hábitos de los vertebrados. CECSA. México, 372 p.

Applegate, S.P., L. Espinoza-Arrubarrena, L. Menchaca-López & F. Sotelo- Macías. 1993. An overview of Mexican sharks fisheries, with sugestión for shark conservation in México. En: Conservation biology of shark. U.S. Dept. Commerce, NOAA Technical report NMFS, 115: 31-37.

Arreguin-Sánchez, F., A. Hernández-Herrera, M. Ramírez-Rodríguez & H. Pérez-España. 2004. Optimal management scenarios for the artisanal fisheries in the ecosystem of La Paz Bay, Baja California Sur, Mexico. Ecol. Model. 172: 373–382.

Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1996. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Science, Oxford, UK. 913 p.

Bejarano-Álvarez, M., F. Galván-Magaña & R.I. Ochoa-Báez. 2010. Reproductive biology of the scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* (Chondrichthyes: Sphyrnidae) off south-west México. Aqua, Int. J. of Ichthyol. 17(1): 11-22.

Bizzarro, J.J., W.D. Smith, J.F. Márquez-Farias & R.E. Hueter. 2007a. Artisanal fisheries and reproductive biology of the golden cownose ray, *Rhinoptera steindachneri* Evermann and Jenkins, 1891, in the northern Mexican Pacific. Fish. Res. 84: 137–146.

Bizzarro, J.J., H.J. Robison, C.S. Rinewalt & D.A. Ebert. 2007b. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. Env. Biol. Fish. 80: 197–220.

Bizzarro, J.J., W.D. Smith, J.L. Castillo-Geniz, A. Ocampo-Torres, J.F. Márquez-Farias & R.E. Hueter. 2009a. The seasonal importance of small coastal sharks

and rays in the artisanal elasmobranch fishery in Sinaloa México. PanamJAS. 4(4): 513–531.

Bizzarro, J.J., W.D. Smith, R.E Hueter & C.J. Villavicencio-Garayzar. 2009b. Activities and catch composition of artisanal elasmobranch fishing sites on the eastern coast of Baja California Sur, Mexico. Bull. Southern California Acad. Sci. 108 (3): 137–151.

Bizzarro, J.J., W.D. Smith, J.F. Márquez-Farias, J. Tyminski & R.E. Hueter. 2009c. Temporal variation in the artisanal elasmobranch fishery of Sonora, México. Fish. Res. 97: 103–117.

Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fish. Tech. Pap. 119 p.

Bonfil, R. 1997. Status of shark resources in the southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. Fish. Res. 29: 101–117.

Bracken, M.E.S., B.E. Bracken & L. Rogers-Bennett. 2007. Species diversity and foundation species: potential indicators of fisheries yields and marine ecosystem functioning. CalCOFI Report. 10 p.

Branstetter, S. 1990. Early life history implications of selected Carcharhinoid and Lamnoid sharks of the northwest Atlantic. NOAA Technical Reports NMFS, Report 33. 17-28 p.

Briggs, J.C. 1974. Marine zoogeography. McGraw-Hill, New York, 475 p.

Brinton, E. & J.L. Reid. 1986. On the effects of interannual variations in circulation and temperature upon euphausiids of the California Current. En Pierrot-Bults, A.C., S. van der Spoel, B.J. Zahuranec & R.K. Johnson (Eds). Pelagic biogeography. UNESCO Technical Papers in Marine Science. 228-266 p.

Castillo-Géniz, J.L. 1992. Diagnostico de la pesquería de tiburón en México. INAPESCA, México, 76 p.

Castillo-Géniz, J.L. 2007. Historia de vida y biología pesquera de la raya, *Raja inornata* (Jordan y Gilbert, 19881) del norte del Golfo de California, México. Tesis de Doctorado. CICESE, B.C., 266 p.

Castillo-Geniz, J.L., J.F. Márquez-Farias, M.C.R. De la Cruz, E. Cortés & A.C. Del prado. 1998. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. Mar. Freshwater Res. 49: 611–620

Camhi, M. 1998. Sharks on the line: a state-by-state analysis of sharks and their fisheries. National Audubon Society, New York, 158

Cartamil, D., O. Santana-Morales, M. Escobedo-Olivera, D. Kacev, L. Castillo-Géniz, J.B. Graham, R.D. Rubin & O. Sosa-Nishizaki. 2011. The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California, México. Fish. Res. 108: 393-403.

Carrera-Fernández, M., F. Galván-Magaña & P. Ceballos-Vázquez. 2010. Reproductive biology of the blue shark *Prionace glauca* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) off Baja California Sur, Mexico. Aqua, Int. J. of Ichthyol. 16 (3): 101-110.

CNP, 2010. Carta Nacional Pesquera, Segunda edición. En Diario Oficial de la Federación, 2 de diciembre de 2010. SAGARPA, México, 95 p.

Castro-Aguirre, J.L., J.J. Schmitter & E.F. Balart. 1993. Sobre la distribución geográfica de algunas peces bentónicos de la costa oeste de Baja California Sur, México, con consideraciones ecológicas y evolutivas. An. Esc. Nac. Cie. Biol. 38: 75–102.

Castro-Aguirre, J. L. & R. Torres-Orozco. 1993. Consideraciones acerca del origen de la ictiofauna de Bahía Magdalena-Almejas, un sistema lagunar de la costa occidental de Baja California Sur, México. An. Esc. Nac. Cie. Biol. 38: 67-73.

COFI, 2003. Comité de pesca 25 periodo de sesiones Roma, Italia, 24-28 de febrero de 2003. Estrategias para incrementar la construcción sostenible de la pesca en pequeña escala a la seguridad alimentaria y a la mitigación de la pobreza. URL http://www.fao.org/docrep/meeting/005/y8111S.htm. [Acceso, 25 de Julio, 2011].

Colwell, R.K. 2009. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0. URL http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates [Acceso, 1 de Marzo, 2011].

Compagno, L. J. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para fines de pesca en el Pacífico Centro-Oriental. FAO. Vol. 2, Part. I. 646-1200 p.

Compagno, L.V.J. 2001. Sharks of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species Known to Date. Bullhead, Mackerel and Carpet Sharks (Heterodontiformes, Lamniformes y Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes 2. FAO, Rome. 249 p.

Compagno, L., M. Dando, & S. Fowler. 2005. Sharks oF the world. Princeton University Press. E.U.A. 368 p.

CONAPESCA-INP. 2004. Plan de acción nacional para el manejo y conservación de tiburones, rayas y especies afines en México. CONAPESCA, INAPESCA y SAGARPA, Mazatlán, México, 78 p.

Cortés-Ortiz, R.A., G. Ponce-Díaz, & M. Ángeles-Villa. 2006. El sector pesquero en Baja California Sur: un enfoque de insumo-producto. Región y Sociedad. 18 (35): 107-129.

Cudney-Bueno, R. & P. Turk-Boyer. 1998. Pescando entre mareas del alto Golfo de California; una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo. CEDO intercultural, Serie técnica No. 1. Sonora, México, 164 p.

Dawson, M.N., R.S. Waples & G. Bernardi. 2006. Comparative phylogeography of coastal fishes. En Allen L.G., M.H. Horn & D.J. Pondella (Eds). Ecology of California marine fishes. California University Press, E.U.A., 670 p.

DOF, Diario Oficial de la Federación. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. SAGARPA, México.

Durazo, R., G. Gaxiola-Castro, B. Lavaniegos, R. Castro-Valdez, J. Gómez-Valdés & Jr A Da S. Mascarenhas. 2005. Oceanographic conditions west of the Baja California Coast. 2002-2003: A weak El Niño and subarctic water enhancement. Cienc. Mar. **31** (3): 537-552.

Durazo, R., A.M. Ramírez-Manguilar; L.E. Miranda & L.A. Soto-Mardones. 2010. Climatología de variables hidrográficas. En Gaxiola-Castro, G. & R. Durazo (Eds) Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007. SEMARNAT-INE-CICESE-UABC. México. 501 p.

Ebert, D.A. 2003. Sharks, rays and chimeras of California. University of California Press. E.U.A., 285 p.

Ehrhardt, N.M. 1981. Métodos de análisis de las estadísticas de captura y esfuerzo de pesca y su aplicación en modelos globales de pesquerías. Curso de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones. CICIMAR y FAO. Manual. 35 p.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2009. Fishstat Plus (v.2.30), capture production data base, 1950-2007. FAO, Roma, Italia.

Farrugia, T.J., M. Espinoza & C.G. Lowe. 2011. Abundance, habitat use and movement patterns of the shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*) in a restored southern California Estuary. Mar. Freshwater Res. 62: 648-657.

Ferry, L.A. & G.M. Cailliet. 1996. Sample size sufficiency and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly?. En MacKinlay, D. & K. Shearer (Eds) Feeding Ecology and Nutrition in Fish: Proceedings of the Symposium on the Feeding Ecology and Nutrition in fish. International Congress on the Biology of Fishes, San Francisco, 71-80 p.

Funes-Rodríguez, R, J. Cruz-Hernández, S.P.A. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Saldierna-Martínez, G. Aceves-Medina, R. González-Armas & C.A. Silva-Segundo. 2007. Atlas de distribución y Abundancia de Larvas de la Merluza de Pacífico, *Merluccius productos* (Ayres) en la costa Occidental de la Península de Baja California 1951-2001. Atlas CICIMAR. 15: 98 p.

Galván-Magaña, M.F. 2009. La pesquería de tiburones en Baja California Sur. En Urciaga, G.J., M.L.F. Beltrán & B.D. Lluch (Eds) Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional. CIBNOR, México, 351 p.

Galván, M.F., H. Nienhuis & P. Klimley. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. Calif. Fish Game. 75: 74-84.

Gaxiola-Castro, G. & R. Durazo. 2010. Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California 1997-2007. SEMARNAT-INE-CICESE-UABC. México. 501 p.

González, E., 2008. Descripción de los movimientos del tiburón azul (*Prionace glauca*) usando telemetría satelital. Tesis de Maestría. CICESE, B.C., 65 p.

Gotelli, N.J. & R.K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement of species richness. Ecol. Lett. 4: 379–391.

Hamlett, W.C. 1999. Sharks, skates and says. The Biology of Elasmobranch Fishes. The Johns Hopkins University Press. E.U.A., 515 p.

Hanan, D.A., D.B. Holts & A.L. Coan. 1993. The California drift gillnet fishery for sharks and swordfish, 1981-1982 through 1990-1991. Fish. Bull. 175: 1–95.

Hastings, P.A. 2000. Biogeography of the tropical eastern Pacific: distribution and phylogeny of chaenopsid fishes. Zool. J. Lin. Soc. 128 (3): 319–335.

Heupel, M.R. & C.A. Simpfendorfer. 2005. Using acoustic monitoring to evaluate MPAs for shark nursery areas: the importance of longterm data. Mar. Technol. Soc. J. 39 (1): 10–18.

Hickey, B.M. 1979. The California Current System—hypothesis and facts. Prog. Oceanogr. 8: 191–279.

Horn, M.H., L.G. Allen, & R.N. Lea. 2006. Biogeography. En Allen L.G., D.J. Pondella, & M.H. Horn (Eds) The ecology of marine fishes: California and adjacent waters. University of California, E.U.A., 660 p.

Hoyos-Padilla, E.M. 2003. Biología reproductiva del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR, México, 60 p.

Hubbs, C. 1960. The marine vertebrates of the outer coast Symposiom: The biogeography of Baja California y adjacent seas. Syst. Zool. 9: 41-165.

Ibarra-Obando, S.E., V.F. Camacho-Ibar, J.D. Carriquiry & S.V. Smith. 2001. Upwelling and lagoonal ecosystems of the dry Pacific coast of Baja California. En Seeliger, U. & B. Kjerfve (Eds) Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Ecological Studies, Berlín, 360 p.

INEGI, 2011. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Información por entidad. URL http://www.inegi.org.mx [Acceso, 28 Julio, 2011].

Jaime-Rivera, R.M. 2004. Captura de tiburones pelágicos en la costa occidental de Baja California Sur y su relación con cambios ambientales. Tesis de Maestría. CICIMAR, México, 110 pp.

Jaramillo, O.A., R. Saldaña, & U. Miranda. 2004. Wind power potential of Baja California Sur, México. Renew. Energ. **29**: 2087-2100.

Kesteven, G.L. 1973. Manual de fisheries science. Part 1. An introduction to fisheries science. FAO, Fish. Tech. Pap. 118:1-43.

Klimley, A.P. 1987. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. Environ. Biol. Fish. 18 (1): 27-40.

Litvinov, F.F. 2006. On the role of dense aggregations of males and juveniles in the functional structure of the range of the blue shark *Prionace glauca*. J. Ichthyol. 46 (8): 613-624.

LGPAS, 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. En Diario Oficial de la Federación, 24 de Julio de 2007. México, 51 p.

Lluch-Belda, D., D.B. Lluch-Cota, & S.E. Lluch-Cota. 2003. Baja California's Biological Transition Zones: Refuges for the California Sardine. J. Oceanogr. 59 (4): 503–513.

Ludwig, J. & J. Reynolds 1988. Stadistical Ecology: a primer on methods and computing. John Wiley and Sons, inc. E.U.A., 337 p.

Lynn, R.J. & J.J. Simpson. 1987. The California current system: the seasonal variability of its physical characteristics. J. Geophys. Res. 92 (C12): 12 947–12 966.

Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, E.U.A., 179 p.

Magurran, A.E. & C. Macías-García, 2000. Sex differences in behavior as an indirect consequence of mating system. J. Fish. Biol. 57 (4): 839–857.

Manly, B.F.J. 2007. Randomization, bootstrap, and Monte Carlo methods in biology. Chapman and Hall/CRC Press Inc. Berlín, 455 p.

Márquez-Farias, J.F. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: development, fisheries research, and management issues. Shark News. 14: 1-5.

Márquez-Farias, J.F. 2007. Reproductive biology of shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*) from the eastern Gulf of California, México. Mar. Biol. 151 (4): 1445–1454.

Márquez-Farias, J.F. & M.P. Blanco-Parra. 2006. Las rayas del Golfo de California. En Instituto Nacional de la Pesca (Ed.) Sustentabilidad y pesca responsable en México, evaluación y manejo. SAGARPA, México, 544 p.

Mathew, S. 2001. Small-scale Fisheries Perspectives on an Ecosystem-based Approach to Fisheries Management. Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem, 1-4 October, 2001. Food and Agriculture Organization, Reykjavik, 15 p.

McEachran, J.D. & G. Notarbartolo-di-Sciara. 1995. Batoideos. En Fischer, F., W. Krupp, C. Schneider, K.E. Sommer, Carpenter, & V.H. Niem (Eds.) Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca Centro Oriental. FAO, Roma, 745–792 p.

Méndez-García, U. 2005. Bases para el manejo sustentable: evaluación de la pesca artesanal en el complejo lagunar Santo Domingo-Magdalena-Almejas, B.C.S., México. Tesis de Maestría. CIBNOR, México, 91 p.

Michigan Sea Grant. 2010. URL http://www.miseagrant.umich.edu/nets/gillnets.html [Acceso, 12 de Septiembre, 2010].

Montoya-Campos, M. 2008. Cambios en la composición especifica de la captura artesanal de escama al sur de la isla de San José, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR, México, 101 p.

Musick, J.A. 2005. Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii) Pages 1-6. En Musick, J.A. & R. Bonfil (Eds) Management techniques for elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 474. Rome, 251p.

Nakano, H. & M.P. Seki. 2002. Synopsis of biological data on the blue shark, *Prionace glauca* Linnaeus. Bulletin Fishery Research Agency. 6: 18-55.

Obrien, J.W. & J.S. Sunada. 1994. A review of the southern California experimental drift longline fishery for sharks, 1988-1991. Cal. Coop. Ocean. Fish. Inv. Rep. 35: 222–229.

Panayotou, T. 1983 Conceptos de ordenación para las pesquerías en pequeña escala: aspectos económicos y sociales. FAO, Doc.Téc.Pesca, (228): 60 p.

Pérez-Jiménez, J.C. 2001. Análisis de la pesquería artesanal de tiburones y rayas de Isla Isabel, Nayarit, México. Maestría en Tesis. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. México, 87 p.

Pérez-Jiménez, J.C. & O. Sosa-Nishizaki. 2008. Reproductive biology of the Brown smoothhound shark *Mustelus henlei*, in the northern Gulf of California, México. J. Fish Biol. 73 (4): 782-792. 87 p.

Pielou, E.C., 1975. Em. J. Wiley & Sons, New York, 286 p.

Ponce-Díaz, G., L.F. Beltrán-Morales, S. Hernández-Vázquez & E. Serviere-Zaragoza. 2009. Pesca ribereña: retos y oportunidades en un entorno adverso. En Urciaga, G.J., M.L.F. Beltrán & B.D. Lluch (Eds) Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional. CIBNOR, México, 351 p.

Pratt, H.L. & J.C. Carrier. 2001. A review of elasmobranch reproductive behavior with a case study on the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum.* Environ. Biol. Fishes. 60 (1-3): 157-188.

Ramírez-Amaro, S.R. 2009. Variabilidad de la región control del ADN mitocondrial del tiburón angelito (*Squatina californica*) en el Golfo de California y la costa occidental de la Península de Baja California. Tesis de Licenciatura. U.A.B.C.S., México. 79 p.

Ramírez-González, J. 2002. Captura comercial de tiburones pelágicos en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura. U.A.B.C.S. México. 56 p.

Ramírez-Rodríguez, M. 2011. Data collection on the small-scale fisheries of México. ICES J. Mar. Sci. 68 (8): 1-5.

Robertson, D.R. & K.L. Cramer. 2009. Shore fishes and biogeographic subdivisions of the Tropical Eastern Pacific. Mar. Ecol. Progr. Ser. **308**: 1-17.

Roden, G.I. 1971. Aspects of the transition zone in the Northeastern Pacific. J. Grophys. Res. 76: 3462-3475.

Rodríguez-Romero, J., D.S. Palacios-Salgado, J. López-Martínez, S. Hernández-Vázquez & G. Ponce-Díaz. 2008. Composición taxonómica y relaciones zoogeográficas de los peces demersales de la costa occidental de Baja California Sur. México. Rev. Biol. Trop.56 (4): 1765-1783.

Santana-Hernández H. 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis Doctoral. UCOL, México, 122 p.

SAGARPA. 2009. Anuario estadístico de Acuacultura y pesca 2009. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Sinaloa. México. http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx. [Acceso, 18 Marzo, 2011].

Schindler, D.E., T.E. Essington, J.F. Kitchell, C. Boggs, & R. Hilborn. 2002. Sharks and tunas: Fisheries impacts on predators with contrasting life histories. Ecol. Appl. 12 (3): 735-748.

Shoou-Jeng, J. & H. Hua-Hsun. 2005. Reproduction and embryonic development of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, in the Northwestern Pacific. Zoo. Stud. 44 (4): 487-496.

Sims, D.W. 2005. Differences in habitat selection and reproductive strategies of male and female sharks. En Ruckstuhl, K. & P. Neuhaus (Eds) Sexual Segregation in Vertebrates: Ecology of the Two Sexes. Cambridge University Press, Londres, 500 p.

Smith, W.D., J.J. Bizzarro & G.M. Cailliet. 2009. The artisanal elasmobranch fishery of Baja California, México: characteristics and management considerations. Cienc. Mar. **35** (2): 209–236.

Sosa-Nishizaki, O., J.F. Márquez-Farias & C.J. Villavincencio-Garayzar. 2008. Case study: pelagic shark fisheries along the west coast of Mexico. En Camhi, M.D., E.K. Pikitch & E.A. Babcock (Eds) Sharks of the open ocean: Biology, fisheries and conservation. Blackwell Science, Ames, IA. E.U.A., 502 p.

Spalding, M.D., H. Fox, G.R. Allen, N. Davidson, Z.A. Ferdaña, M. Finlayson, B.S. Halpern, M.A. Jorge, A. Lombana, S.A. Lourie, K.D. Martin, E. McManus, J. Molnar, C.A. Recchia & J. Robertson. 2007. Marine Ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. BioScience. 57 (7): 573-583.

Stevens, J.D., R. Bonfil, N.K. Dulvy & P.A. Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES J. Mar. Sci. 57 (3): 476–494.

Sverdrup, H.V., M.W. Johnson & R.H. Fleming. 1942. The oceans; their physics, chemistry and general biology. Prentice Hall. Englewood Cliffs. N.J. 1087 p.

Talent, L.G. 1985. The occurrence, seasonal distribution, and reproductive condition of elasmobranch fishes in Elkhorn Slough, California. Calif. Fish and Game. 71: 210-219.

Tavares, R. & F. Arocha. 2008. Species diversity, relative abundance and length structure of oceanic sharks caught by the Venezuelan longline fishery in the Caribbean Sea and Western-central Atlantic. Zootecnia Trop. 26 (4): 489-503.

Thomson, D.A., L.T. Findley & A.N. Kerstitch. 1979. Reef fishes of the sea of Cortez. John Wiley and Sons. New York. 302 p.

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 p.

UNEP-WCMC. 2011. UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species. URL http://www.cites.org/ [Acceso, 30 Septiembre, 2011].

Villavicencio-Garayzar, C.J. 1995. Biología reproductiva de la guitarra pinta, *Zapteryx exasperata* (Pisces:Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Cienc. Mar. 21 (2): 141-153.

Villavicencio-Garayzar, C.J. 1996a. Aspectos poblacionales del angelito, *Squatina californica* Ayres, en Baja California México. Cienc. Mar. 7 (1-2): 15-21.

Villavicencio-Garayzar, C.J. 1996b. Size, sex and reproduction of *Myliobatis californica* and *Myliobatis longirostris* (Pisces: Myliobatidae) in Baja California Sur, Mexico. Rev. Biol. Trop. 44 (1): 291–295.

Villavicencio-Garayzar, C. & L.A. Abitia-Cárdenas. 1994. Elasmobranquios en Bahía Magdalena y Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. Rev. Inv. Cienc. Ser. Cienc. Mar. 5 (2): 63-67.

Villavicencio-Garayzar, C. & J.J. Bizzarro. 2004. *Narcine entemedor*. En IUCN Red List of Threatened Species. IUCN 2011, Version 2011.1. URL www.iucnredlist.org [Acceso, 24 Abril, 2011].

Villavicencio-Garayzar, C.J., C.C. Downton-Hoffmann & E. Mariano-Meléndez. 1994. Tamaño y reproducción de *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 42 (1-2): 375–377.

Villavicencio-Garayzar, C.J., E. Mariano-Meléndez & C.A. Downton-Hoffman. 1997. Tiburones capturados comercialmente en la Bahía de La Paz, Baja California Sur. 189-200. En Urbán, R.J. & R. M. Ramírez (Eds) La Bahía de La Paz, investigación y conservación. UABCS, CICIMAR y SCRIPPS. 200 p.

Walker, B. W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. Symposium: The Biogeography of Baja California and adjacent Seas. Syst. Zool. 9: 123-133.

Walker, T.I. 1998. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. Mar. Freshwater Res. 49: 553–572.

Wallman, H.L. & W.A. Bennett. 2006. Effects of parturition and feeding on thermal preference of Atlantic stingray, *Dasyatis sabina* (Lesueur). Environ. Biol. Fishes. 75: 259–267.

Wearmouth, V.J. & D.W. Sims, 2008. Sexual segregation of marine fish, reptiles, birds and mammals: behavior patterns, mechanisms and conservation implications. Adv. Mar. Biol. 54: 107–170.

Wiley, T.R. & C.A. Simpfendorfer. 2008. The ecology of elasmobranchs occurring in the Everglades National Park, Florida: implications for conservation and management. Bull. Mar. Sci. 80: 171-189.

Worm B., H.K. Lotze & R.M. Myers. 2003. Predator diversity hotspots in the blue ocean. Proc. Nat. Acad. Sci. 100 (17): 9884-9888.

Zaytsev, O., R. Cervantes-Duarte, O. Sánchez-Montante & A. Gallegos-García. 2003. Coastal upwelling activity on the Pacific shelf of the Baja California Peninsula. J. Oceanogr. 59: 489-502.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River. 663 p.

11. Anexos

11.1 *Anexo I*

Clasificación taxonómica (Nelson, 2006)

Clase Chondrichthyes
- Subclases Elasmobranchii
  - División Neoselachii
    - Subdivisión Selachii
      - Superorden Galeomorphi
        - Orden Heterodontiformes
          - Familia Heterodontidae
            - Género *Heterodontus*
              - *Heterodontus francisci* (Girard, 1854)
              - *Heterodontus mexicanus* Taylor y Castro-Aguirre, 1972
        - Orden Lamniformes
          - Familia Alopiidae
            - Género *Alopias*
              - *Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788)
              - *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935
          - Familia Lamnidae
            - Género *Isurus*
              - *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1809
            - Género *Carcharodon*
              - *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758)
        - Orden Carcharhiniformes
          - Familia Scyliorhinidae
            - Género *Cephaloscyllium*
              - *Cephaloscyllium ventriosum* (Garman, 1880)
          - Familia Triakidae
            - Género *Triakis*
              - *Triakis semifasciata* Girard, 1854
            - Género *Mustelus*
              - *Mustelus lunulatus* Jordan y Gilbert, 1883
              - *Mustelus henlei* (Gill, 1863)
              - *Mustelus californicus* Gill, 1864
            - Género *Galeorhinus*
              - *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758)
          - Familia Carcharhinidae
            - Género *Carcharhinus*
              - *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839)
              - *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839)
              - *Carcharhinus obscurus* (Lesueur, 1818)
              - *Carcharhinus altimus* (Springer, 1950)
              - *Carcharhinus longimanus* (Poey, 1861)
              - *Carcharhinus leucas* (Valenciennes, 1839)
              - *Carcharhinus brachyurus* (Günther, 1870)
            - Género *Prionace*
              - *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758)
            - Género *Rhizoprionodon*
              - *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert, 1882)

Género *Galeocerdo*
Galeocerdo cuvier (Peron y Lesueur, 1822)
Género *Negaprion*
Negaprion brevirostris (Poey, 1868)
Familia Sphrynidae
Género *Shyrna*
Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758)
Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834)
Superorden Squalomorphi
Orden Haxanchiforrmes
Familia Hexanchidae
Género *Hexanchus*
Hexanchus griseus (Bonnaterre, 1788)
Género *Notorynchus*
Notorynchus cepedianus (Peron, 1807)
Orden Echinorhiniformes
Familia Echinorhinidae
Género *Echinorhinus*
Echinorhinus cookei Pietschmann, 1928
Orden Squaliformes
Familia Squalidae
Género *Squalus*
Squalus acanthias Linnaeus, 1758
Orden Squatiniformes
Familia Squatinidae
Género *Squatina*
Squatina californica Ayres, 1859
Subdivisión Batoidea
Orden Torpediniformes
Familia Torpedinidae
Género *Torpedo*
Torpedo californica, Ayres, 1855
Familia Narcinidae
Género *Narcine*
Narcine entemedor Jordan y Starks, 1895
Orden Rajiformes
Familia Rhinobatidae
Género *Rhinobatos*
Rhinobatos productus Ayres, 1854
Rhinobatos glaucostigma, Jordan y Gibert, 1883
Género *Zapteryx*
Zapteryx exasperata (Jordan y Gilbert, 1880)
Familia Rajidae
Género *Raja*
Raja inornata Jordan y Gilbert, 1881
Raja velezi, Chirichigno, 1973
Género *Bathyraja*
Bathyraja spinosissima (Beebe y Tee-Van, 1941)
Orden Myliobatiformes
Familia Platyrhinidae
Género *Platyrhinoidis*

Platyrhinoidis triseriata (Jordan y Gilbert, 1880)
Familia Urolophidae
Género *Urobatis*
Urobatis concentricus Osborn y Nichols, 1916
Urobatis halleri (Cooper, 1863)
Familia Urotrygonidae
Género *Urotrygon*
Urotrygon nana Miyake y McEachran, 1998
Urotrygon chilensis (Günther, 1872)
Urotrygon rogersi (Jordan y Starks, 1895)
Familia Dasyatidae
Género *Dasyatis*
Dasyatis longus (Garman, 1880)
Dasyatis dipterura Jordan y Gilbert, 1880
Género *Pteroplatytrygon*
Pteroplatytrygon violacea (Bonaparte, 1832)
Género *Himantura*
Himantura pacifica (Beebe y Tee-Van, 1941)
Familia Gymnuridae
Género Gymnura
Gymnura marmorata, (Cooper, 1864)
Familia Myliobatididae
Género *Myliobatis*
Myliobatis californicus, Gill, 1865
Myliobatis longirostris Applegate y Fitch, 1964
Género *Rhinoptera*
Rhinoptera steindachneri Evermann y Jenkins, 1891