

**Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada**



**CARACTERIZACION DE LA CAPTURA DE TIBURON
AZUL (*Prionace glauca*, Linnaeus, 1758)
DESCARGADO EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**

**TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS**

EMMANUEL FURLONG ESTRADA

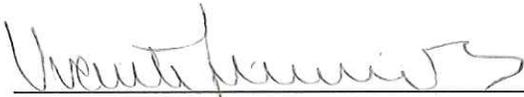
ENSENADA, B. C., OCTUBRE DEL 2000.

TESIS DEFENDIDA POR
Emmanuel Furlong Estrada
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



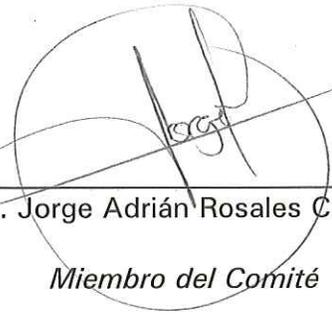
Dr. Oscar Sosa Nishizaki

Director del Comité



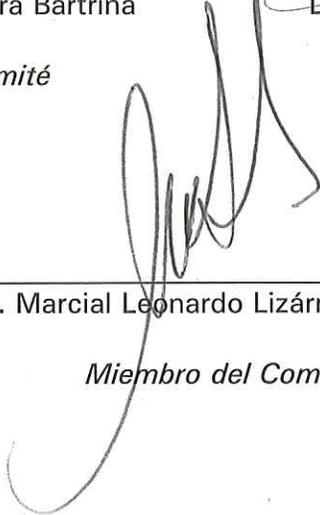
M. en C. Vicente Ferreira Bartrina

Miembro del Comité



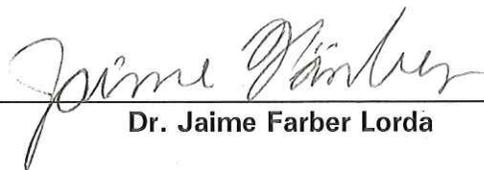
Dr. Jorge Adrián Rosales Casián

Miembro del Comité



Dr. Marcial Leonardo Lizárraga Partida

Miembro del Comité



Dr. Jaime Farber Lorda

*Jefe del Departamento de Ecología
Marina*



Dr. Federico Graef Ziehl

Director de Estudios de Posgrado

26 de Octubre del 2000

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE
EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA**

**DIVISIÓN DE OCEANOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA MARINA**

**CARACTERIZACIÓN DE LA CAPTURA DE TIBURÓN AZUL (*Prionace glauca*,
Linnaeus, 1758) DESCARGADO EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.**

TESIS

**que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS presenta:**

EMMANUEL FURLONG ESTRADA

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

OCTUBRE DEL 2000

RESUMEN de la tesis de Emmanuel Furlong Estrada, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGIA MARINA, Ensenada, Baja California, Octubre del 2000.

**CARACTERIZACION DE LA CAPTURA DE TIBURON AZUL (*Prionace glauca*)
DESCARGADO EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.**

Resumen aprobado por:



Dr. Oscar Sosa Nishizaki
Director de tesis

En el puerto de Ensenada B.C. la principal especie de tiburón descargada es el tiburón azul (*Prionace glauca*). Con el propósito de caracterizar la captura y pesquería de esta importante especie en la región, durante el período de julio de 1999 a mayo del 2000 se realizaron un total de 15 muestreos, de la captura de embarcaciones menores y de mediana altura que operan en la región norte del Pacífico Mexicano y que descargan en este puerto. Así mismo se colectaron segmentos de vértebras provenientes del área debajo de la primera aleta dorsal de 417 organismos, las que fueron teñidas mediante la técnica con rojo de alizarina para lectura de anillos de crecimiento. Para determinar madurez sexual de los organismos se compararon las tallas y edades obtenidas con las reportadas para esta especie en otros trabajos realizados en el Pacífico norte. Por otra parte se recopiló información de la captura de tiburón de años anteriores en las oficinas de SEMARNAP de esta localidad para caracterizar mejor esta pesquería. Se registraron un total de 2,186 organismos 80 % provenientes de la pesca de mediana altura y el 20 % restante de la pesca artesanal. Se analizó la frecuencia de tallas de acuerdo al tipo de pesquería y con los datos de la lectura de vértebras y mediante el programa FISHPARM se obtuvieron los parámetros k , t_0 y L_∞ , para el ajuste de la ecuación de von Bertalanffy, con la cual se construyó la curva de crecimiento para la especie y se describió la estructura de edades de la captura. El 74 % de los organismos capturados aún no alcanzan la madurez sexual. Así mismo se ubicaron las áreas de captura del tiburón azul por tipo de pesquería. El tiburón azul sustenta la pesquería artesanal dirigida al recurso en esta localidad y complementa la captura de embarcaciones de mediana altura dirigidas al pez espada (*Xiphias gladius*) que descargan en este puerto.

Palabras clave: Ensenada, tiburón azul, pesquería artesanal, mediana altura

ABSTRACT of the Thesis presented by Emmanuel Furlong Estrada as a partial requirement to obtain the MASTER IN SCIENCES degree in MARINE ECOLOGY Ensenada, Baja California, México. October 2000

**CHARACTERIZATION OF THE CAPTURE OF BLUE SHARK (*Prionace glauca*)
DISCHARGED IN ENSENADA PORT, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.**

ABSTRACT

Blue shark (*Prionace glauca*) is the principal shark species landed in the port of Ensenada, Baja California, Mexico. In order to describe the fishery, 15 samples were taken during the period of July 1999 to May 2000 at a processing plant at port. The sources of the specimens were from the artisanal and medium size vessel (aprox. 30 feet long) that operate in the northern region of the Mexican Pacific. I extracted 417 vertebral centrae, were stained by the alizarin red technique for age determination. To sexual maturity determination I compared size frequencies and age structure with obtained in other studies of blue shark in Central Pacific. Also official statistics (SEMARNAP) of shark landing of Baja California were analyzed, and the dynamics of sharks landings in the state were described. I registrated 2,186 organisms, 80 % proceeding of medium size vessel and 20 % from the artisanal vessel. Size frequencies were analyzed by fishery, with the data of vertebral rings reads and FISPARM program I obtained k , t_0 and L_∞ parameters and the growth was described by the von Bertalanffy equation. 74 % per size and 58 % per age of total organisms landing are sexual immaturity. The geographical locations of fishing areas by fishery were described. I found that the blue shark sustains the artisanal shark fishery in the region, and it is a complement of the middle size fishing vessels that target swordfish (*Xiphias gladius*) that landing in this port.

Key words: Ensenada, blue shark, artisanal fishery, medium size vessel.

DEDICATORIAS

A Dios, mi señor
y Maria, mi madre

A mi Madre Josefina Estrada,
que Dios la tenga en su Gloria...
yo siempre la llevo en mi corazón

A mi esposa Mireya y a mi hija
Andrea que me han llenado
de felicidad

A mi Padre Guillermo Furlong que
Dios lo guarde muchos años más.

A mis hermanos Guillermo (En
memoria), Margarita, Miguel,
Jaime, Safira, Joel y Susana.

A todos mis sobrinos, Paris, Oscar, Petula,
Picky, Memo, Cristian, Luis, Eddy, Desy,
Marcos, Kevin, Miriam, Kenneth y
la que viene.....por supuesto!!!

AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer patente mi agradecimiento al Dr. Oscar Sosa Nishizaki, director de esta tesis, por todo su apoyo, su gran ejemplo académico y humano, su tiempo y su apreciable amistad.

A los miembros de mi comité de tesis: M. en C. Vicente Ferreira, Dr. Leonardo Lizarrága y Dr. Jorge Rosales, por sus valiosos comentarios y sugerencias para el desarrollo de esta tesis.

Al CICESE por permitirme terminar otra etapa de mi formación como profesionista.

De manera especial agradezco a la Sra. Bertha de Cortez, por brindarme todas las facilidades para la obtención de información en la planta pesquera "Cortez" base principal para la elaboración de este trabajo de tesis.

A Cecilia, Martina y Félix, encargados de supervisión y control de calidad en la pesquera, por que me brindaron su ayuda y conocimientos en todo momento.

A Ruby Ruz Cruz, por su apreciable ayuda en la limpieza, tinción y lectura de las vértebras.

Al "Ruco" (Ay!! Antonio..) y Toño, fileteros de tiburón en la pesquera, por su ayuda en los muestreos y por darme los "huesos" para estudiarlos, y la platica... que tal!!

A Don Marcos y Doña Lilos, por todo su apoyo en la pesquera.

Al CONACyT por haberme apoyado con una beca, durante mi estancia en CICESE.

A Julio Palleiro subdelegado de pesca y German, encargado del área de computo en la SEMARNAP por la valiosa información que me brindaron, para la elaboración de esta tesis.

A Carmen Esqueda y Adrián López por su amistad y por compartir buenos momentos en casa.

A mis compañeros y amigos: José Luis (que onda morro!!) y Lulú, Alejandro (cual es el plan?), Dante, Benigno (El Cubano), Rosina (que tal!!), Maria, Carmen, Laura (oh cielos!!), Lorena, Adriana, Marisol, Beatriz (chale!!) Ana y Alicia, por todos esos momentos que compartimos durante la maestría.

CONTENIDO

	PAGINA
I.-INTRODUCCIÓN	1
I.1 DIAGNOSIS DEL TIBURÓN AZUL	5
I.2 ANTECEDENTES	8
I.3 OBJETIVOS	11
II.- MATERIAL Y METODOS	12
II.1 TRABAJO DE CAMPO	12
II.2 TRABAJO DE LABORATORIO	15
II.3 ANALISIS DE DATOS	16
III.- RESULTADOS	19
III.1 ESTRUCTURA POBLACIONAL	20
III.2 EDAD Y CRECIMIENTO	22
III.3 PESQUERIA	27
IV.- DISCUSIÓN	36
IV.1 ESTRUCTURA POBLACIONAL	39
IV.2 EDAD Y CRECIMIENTO	42
IV.3 OPINIÓN SOBRE LA NORMA REGULATORIA	47
IV.4 CONCLUSIONES	50
IV.5 RECOMENDACIONES	51
LITERATURA CITADA	52

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1.- Captura de tiburón en Baja California.	3
2.- Medida morfométrica de los “tronchos”	14
3.- Histograma de frecuencia de tallas (barcos).	20
4.- Histograma de frecuencia de tallas (pangas).	21
5.- Histograma de frecuencia de tallas, de organismos a los que se colecto vértebra.	22
6.- Vértebra de <i>P. glauca</i> , teñida con rojo de alizarina	23
7.- Porcentaje de bordes opacos en los muestreos mensuales.	24
8.- Frecuencia de bandas hialinas en <i>P. glauca</i> .	25
9.- Curva de crecimiento.	26
10.- Estructura de edades.	27
11.- Captura de tiburón en México, litoral Pacífico y Baja California	28
12.- Desembarco de elasmobranquios en las localidades costeras de Baja California.	30
13.- Captura de tiburón en B.C. de acuerdo al tipo de pesquería.	31
14.- Áreas de captura de tiburón azul en el Pacífico norte Mexicano.	33
15.- Histograma de frecuencia de tallas (barco y panga).	40

INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINA
I.- Muestras colectadas durante el estudio	19
II.- Parámetros de crecimiento	25
III.- Parámetros de crecimiento para <i>P. glauca</i> de otros estudios	45

CARACTERIZACIÓN DE LA CAPTURA DE TIBURÓN AZUL (*Prionace glauca*, Linnaeus, 1758) DESCARGADO EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

1.- INTRODUCCIÓN

Los tiburones se cuentan entre los vertebrados más antiguos del planeta. De acuerdo con registros fósiles estos organismos datan del Jurásico hace aproximadamente 300 millones de años (Castillo, 1992). Su gran capacidad de adaptación les ha permitido llegar hasta nuestros días, sin grandes cambios en su diseño anatómico (Morón y Moreno, 1991). Aunque reciben poca atención, los tiburones son tan importantes en el ecosistema marino como lo pueden ser las tortugas o delfines, y por tal, debieran ser objeto de una ordenación tan cuidadosa como la de estos. Al encontrarse en el ápice de la cadena trófica y alimentarse de peces, crustáceos, cefalópodos y mamíferos marinos, actúan como denso reguladores de las poblaciones de estos mismos (Castillo, 1992). Además algunas especies, son un apreciado recurso pesquero para muchos países del mundo.

En la actualidad se han descrito más de 350 especies en el mundo (Compagno 1984), la mayor parte se distribuye en aguas de mares tropicales y subtropicales. Para nuestro país se han registrado más de 100 especies (Applegate *et al.*, 1979), de estas, 44 son de importancia comercial (Bonfil 1994) y por ello, objeto de una pesquería dirigida. El volumen mundial de la captura de elasmobranquios, de acuerdo con FAO (1995) rebasa las 700,000 toneladas anuales y posiblemente los tiburones constituyen la mayor parte de este volumen. En México la explotación del tiburón ha venido en aumento en las últimas décadas, de las 5,000 toneladas, en los años 50's a 30,000 toneladas promedio en los 80's y principios de los 90's. Aunque el volumen registrado durante 1997 y 1998 descendió a las

24,000 toneladas. A pesar de ello, esta pesquería se encuentra, entre las diez primeras a nivel nacional y coloca a México entre los primeros siete países con mayor producción de este recurso pesquero (SEMARNAP 2000).

La pesca del tiburón en México, es una actividad llevada a cabo principalmente por embarcaciones menores tipo “panga” de las cuales proviene cerca del 80 % de la captura total, (Castillo, 1992). El tiburón se captura a lo largo de ambos litorales mexicanos, aunque las zonas más productivas de acuerdo con Castillo (op. cit.), son las costas del noroeste del país incluyendo el Golfo de California, la sonda de Campeche y el Golfo de Tehuantepec. En estos lugares, muchas de las especies capturadas pertenecen a las familias *Carcharhinidae* (tiburones grises o requiem) y *Sphyrnidae* (cornudas) (Bonfil, 1994).

Los tiburones junto con las rayas y quimeras, constituyen el grupo de los elasmobranquios, estos evolucionaron de manera independiente y parecen haber desarrollado patrones de vida similares a los que presentan en la actualidad. Un lento crecimiento, madurez sexual tardía, baja fecundidad y crías completamente desarrolladas al nacer, son características completamente diferentes a las que presentan los peces teleósteos. Estos patrones de historia de vida, hacen de los tiburones un grupo extremadamente susceptible a la sobrepesca, Hoenig y Gruber (1990). En algunas partes del mundo se han comenzado a registrar colapsos en la pesquería de tiburón, un caso registrado ocurrió en las costas del sur de Sinaloa, México, con el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) Corro-Espinosa (1994). De acuerdo con Hoenig y Gruber (op. cit.), para poder implementar un sistema de manejo racional en la pesquería de elasmobranquios, es necesario conocer las características de historia de vida del stock en

explotación. Por su parte, Castillo (op. cit.) asegura que uno de los principales problemas para la ordenación de esta pesquería en nuestro país ha sido la falta de registros confiables en las capturas por especie y por embarcación.

La pesca de tiburón en Baja California ocupa un lugar importante, con un volumen de captura que oscila entre los 2,500 toneladas anuales (Figura 1) que ubican a esta entidad en el 5to lugar nacional en la pesca de tiburón.

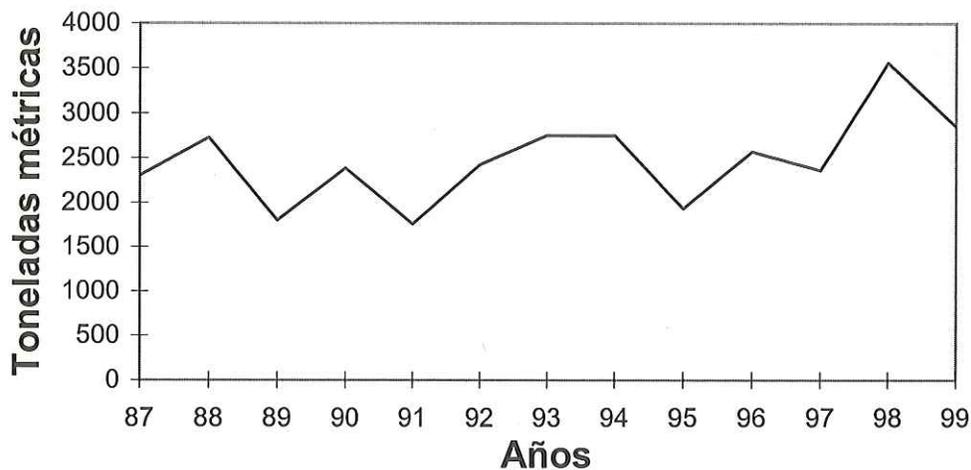


Figura 1.- Captura de tiburón en el estado de Baja California, durante el período 1987-99 Fuente: Anuario Estadístico de Pesca 1999.

A pesar de esto, la información referente a las especies que sostienen la pesquería de tiburón en el estado es incompleta, sobre todo en la costa del Golfo de California, ya que al igual que en las demás entidades costeras de México, en Baja California las capturas de tiburón no se reporta en especie, ni en número de organismos, sólo en volumen. Para las costas Pacífico del estado, la diversidad de tiburones es menor y por ello se cuenta con mayor información acerca de las especies capturadas. Holts *et al.*, (1998) mencionan que en el Norte del Pacífico Oriental, incluyendo las costas oeste de los Estados Unidos de

América y B.C. México las capturas están compuestas principalmente por tres especies, el tiburón zorro (*Alopias vulpinus*), el mako (*Isurus oxyrinchus*) y el tiburón azul *P. glauca* y estiman que el volumen de captura de estas tres especies en la región excede las 15,000 toneladas anuales y que gran parte esta compuesta por organismos en etapas juveniles.

Ensenada, es el puerto pesquero más importante en la costa oeste de Baja California y es aquí donde se llevan a cabo los mayores desembarques de tiburón en la región, siendo *Prionace glauca* la especie de tiburón de mayor frecuencia en las descargas.

Esta especie se distribuye tanto en aguas tropicales como templadas de todo el mundo, de acuerdo con Strasburg (1958) es la especie más ampliamente distribuida en el Pacífico y presenta centros de distribución entre los 20° y 50° de latitud Norte. Por su parte Springer (1967), Castro (1983) y Compagno (1984), han mencionado que el tiburón azul, puede ser el más prolífico y abundante de todos los grandes tiburones oceánicos. Perteneciente a la familia *Carcharhinidae*, es una especie migratoria que presenta movimientos estacionales como otros tiburones, en el invierno se acercan al ecuador y durante el verano se aleja de él (Dingerkus, 1987), es vivíparo, y en comparación con otros tiburones, tiene un alto número de crías, que en un caso extremo puede llegar a ser hasta 135 (Compagno, op. cit.), debido a esta amplia distribución y abundancia, el tiburón azul es un recurso explotado a nivel mundial.

Al tiburón azul descargado en Ensenada, se le captura por dos tipos de embarcaciones: artesanales tipo panga y de mediana altura, que operan en la región norte del Pacífico Mexicano. Este estudio pretende caracterizar la captura de la especie en la región, así como conocer la dinámica de esta flota pesquera. Se llevaron a cabo también,

lecturas de anillos en vértebras, para determinar la estructura por edades de la captura. Por último es importante reconocer los esfuerzos oficiales (SEMARNAP), para la promulgación de la nueva norma para regular el aprovechamiento del tiburón en México, por lo que con base en los resultados obtenidos, se discutirá sobre la aplicabilidad de dicha norma en este caso particular.

1.1 DIAGNOSIS DEL TIBURÓN AZUL (tomada de Castro, 1983 y Compagno, 1984)

Posición taxonómica

Phylum : Chordata (Haeckel, 1874)

Subphylum : Vertebrata (Dúchense, 1975)

Superclase : Ganotostomata (Sabe y Soderberg, 1934)

Clase : Elasmobranchimorphi (Jarrich, 1960)

Subclase : Chondrichthyes (Arambourg y Bertrin, 1958)

Infraclass : Elasmobranchii (Muller, 1844)

Superorden : Euselachii (Regan, 1966)

Orden : Carcharhiniformes

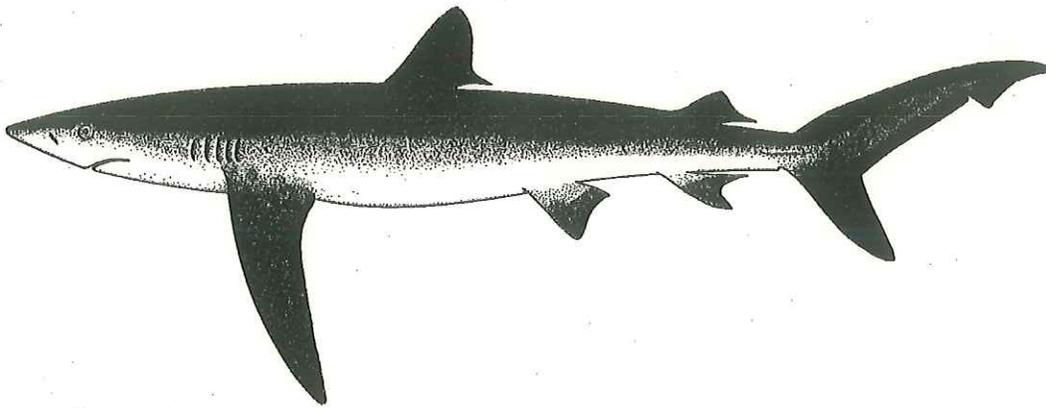
Familia : Carcharhinidae

Especie : *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758)

Descripción

Es un tiburón largo y delgado, nariz larga y boca amplia, inconfundible por su color azul oscuro en el dorso, con tonos azul brillantes en los costados y el vientre blanco. Aletas pectorales muy largas y la primera dorsal muy retrasada con respecto de otros

carcharhinidos.



Distribución geográfica

Es la especie de elasmobranquio con más amplia distribución, se le encuentra en todos los mares tropicales, subtropicales y templados del mundo. En el Pacífico se le encuentra casi por toda su extensión, en el oeste desde Japón hasta Australia, en el Pacífico central, y oriental, desde el Golfo de Alaska hasta Chile. Con mayor abundancia entre los 20° y 50° norte.

Hábitat

Es un tiburón Epipelágico en aguas oceánicas donde puede ser muy común, se le encuentra hasta 150 m de profundidad. Es frecuente observarlo nadando con lentitud en la superficie pero si se le excita es capaz de realizar arranques de alta velocidad. Realiza grandes y numerosas migraciones y se ha comprobado que atraviesa el Atlántico en ambas direcciones, realiza también migraciones verticales, durante el día se sumerge y por la noche se acerca a la superficie. En general se distribuye con mayor frecuencia lejos de la costa que cerca de ella.

Biología

Es una especie vivípara, los embriones se nutren de la madre a través del saco placentario. El número de crías puede ser desde 4 a 135, aunque usualmente son de 25 a 50, que nacen alrededor de los 50 cm. El período de gestación es de 9 a 12 meses. La madurez sexual la alcanzan entre los 4 y 5 años de edad. En el Pacífico norte el apareamiento ocurre durante el verano y el alumbramiento durante los finales de la primavera y principios del verano. Se alimenta de pequeños peces, calamar, otros invertebrados, pequeños tiburones y carroña. No es un tiburón peligroso para el hombre, aunque es común que aparezca durante los desastres de naves en el mar, como hundimiento de barcos o caída de aviones en el océano, debido a sus hábitos carroñeros y su gran abundancia. No se tiene registrado algún ataque a bañistas propiamente de esta especie.

Talla

En promedio va de 180 a 240 cm, la mayor registrada es de 383 cm aunque algunos investigadores opinan que puede alcanzar los 600 cm de longitud.

Interés pesquero

Es muy común en las capturas de embarcaciones de altura y mediana altura que utilizan líneas con anzuelos, redes de cerco y arrastre. Cerca de la costa se capturan mayormente organismos juveniles por embarcaciones menores. Es una especie explotada a nivel mundial. Su carne se consume fresca, ahumada o seca salada, las aletas se usan para

sopa, y del hígado se extrae el aceite rico en vitamina A.

1.2 ANTECEDENTES

Los trabajos de tiburón azul en la región del Pacífico norte, pueden dividirse en tres tipos, que son, biológicos, pesqueros y de edad y crecimiento, aunque algunos de ellos, abarcan dos o los tres tipos.

Biológicos

Algunos de los trabajos importantes de tipo biológico del tiburón azul en el Pacífico son los realizados por Strasburg (1958), quien analizó la distribución, abundancia y hábitos de tiburones pelágicos, en el que señala que el tiburón azul es la especie más abundante de los grandes tiburones oceánicos en el Pacífico central. Sciarrota y Nelson (1977), estudiaron los desplazamientos del tiburón azul cerca de la isla Santa Catalina, California por medio de sensores remotos, en donde resaltan las migraciones diurnas y nocturnas de esta especie. Tricas (1977) estudio los hábitos alimentarios y abundancia temporal del tiburón azul en aguas del sur de California EUA menciona que las principales presas de *P. glauca* en la zona, son el calamar (*Loligo opalescens*) y la anchoveta (*Engraulis mordax*), así mismo señala una predominancia de machos durante los meses de verano y de hembras durante el invierno. Pratt (1979) realizó el estudio más completo de los aspectos reproductivos del tiburón azul, aportando valiosa información. Harvey (1979) estudio aspectos como crecimiento, morfología y parásitos de esta especie en la bahía de Monterey, California. Nakano *et al.*, (1985) estudiaron la distribución y características biológicas del tiburón azul en el Pacífico central. Laughlin y Ugoretz (1999) observaron el

parto de un tiburón azul en aguas costeras del sur de California y concluyen que esta zona podría ser de alumbramiento y crianza para la especie.

Pesqueros

Cailliet y Bedford (1983) estudiaron la biología y pesquería de las tres especies de tiburones más importantes en las capturas comerciales de California (EUA), entre ellas el tiburón azul. Holts (1988) revisó exhaustivamente la pesca comercial de las principales especies de tiburón capturadas en aguas de California, en donde resalta la necesidad de reducir el esfuerzo pesquero sobre los tiburones en la región. Byers (1990) llevo a cabo un análisis histórico de la pesca de tiburón en aguas de California y como este producto a cobrado mayor importancia a través del tiempo. O'Brien y Sunada (1991) revisaron la pesquería experimental de tiburón con palangre a la deriva en el sur de California en la cual una de las especies más frecuentes es *Prionace glauca*. Nakano y Watanabe (1992) realizaron un estudio de los efectos sobre el stock de tiburón azul, por la pesca de altura en el Pacífico norte, estiman que durante 1988, este tipo de pesquería captura 5 millones de individuos en el Pacífico norte. Ramírez-Feliz (1994) realizó una evaluación preliminar de la pesquería de tiburón en Baja California, en cuyos resultados el tiburón azul es una especie muy frecuente en las capturas. Un estudio en Ensenada es el llevado a cabo por Miranda-Vázquez (1996) quien realizó un análisis biológico pesquero del tiburón azul proveniente de la pesca artesanal. Sosa-Nishizaki (1997) Analizó la pesquería de tiburón en Baja California, en donde señala que los tiburones son el grupo dominante en las capturas de las embarcaciones dirigidas al pez espada. Holts *et al.*, (1998) Analizaron la

pesquería de tiburones pelágicos a lo largo de la costa oeste de los EUA y Baja California, México, en donde estiman que las capturas en la región, excede las 15,000 toneladas anuales Villavicencio-Garayzar *et al.*, (2000) estudiaron la pesquería de elasmobranquios en la costa este de Baja California Sur, en donde el tiburón azul es una especie importante. Cadena-Cárdenas y Villavicencio-Garayzar (2000) revisaron la pesca artesanal del noreste del Golfo de California en donde las capturas están dominadas por algunas especies de los géneros *Carcharhinus* y *mustelus* y el tiburón azul (*Prionace glauca*) es sólo una especie ocasional.

Edad y crecimiento

Cailliet *et al.* , (1983) realizaron un estudio preliminar de edad y crecimiento de tres especies de tiburón de las aguas de California, incluyendo al tiburón azul. Tanaka – Cailliet (1990) compararon las curvas y parámetros de crecimiento de tiburones azules proveniente de dos áreas del Pacífico norte, en el que concluyen que la variabilidad entre poblaciones es aun incierta y puede deberse a la metodología, interpretación o al análisis estadístico usado en cada trabajo. Nakano (1994) llevo a cabo un completo estudio sobre edad, reproducción y migración del tiburón azul en el Pacífico norte en el que identifica las zonas de mayor captura de esta especie.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO

GENERAL

Caracterizar la pesquería de tiburón azul (*Prionace glauca*) descargado en el puerto de Ensenada, Baja California.

PARTICULARES

A) ESTRUCTURA POBLACIONAL

- i) Estimar la periodicidad en la formación de los anillos de crecimiento.
- ii) Estimar los parámetros de crecimiento mediante lectura de anillos vertebrales.
- iii) Determinar la estructura en talla y edad de la captura.

B) DINAMICA DE LA FLOTA PESQUERA

- i) Describir el tipo de embarcaciones, artes de pesca utilizados y zonas de captura.
- ii) Analizar la aplicabilidad de la norma Mexicana para el aprovechamiento del tiburón, en este caso particular.

2.- MATERIAL Y METODOS

2.1 TRABAJO DE CAMPO

Parte importante de la captura de *Prionace glauca*, descargada en Ensenada, tanto por la pesca artesanal como de mediana altura, es vendida a la pesquera "Cortez" del Sauzal de Rodríguez, Ensenada, Baja California. Esta planta a diferencia de otras en la entidad, se especializa en el proceso y comercialización del tiburón azul, por lo que periódicamente recibe importantes descargas de esta especie. Durante el período de julio de 1999 a mayo del 2000 se realizaron en esta planta un total de 15 muestreos biométricos del tiburón azul descargado y se colectaron 417 secciones de 10 a 12 vértebras cervicales, provenientes de la región debajo de la primera aleta dorsal, ya que en esta área es donde las vértebras son más grandes y calcificadas (Ridewood, 1921 en Cailliet *et al*, 1983) y por lo tanto muy convenientes para la lectura de anillos de crecimiento en esta especie. Las secciones vertebrales se mantuvieron en bolsas y congeladas, hasta su procesamiento en laboratorio. Para la identificación de los organismos se utilizaron los trabajos de Castro (1983) y Compagno (1984), basados en la coloración y morfometría de la especie.

Los organismos descargados, llegan en su totalidad decapitados y eviscerados, a lo que comúnmente se le llama "troncho". Con ayuda de una cinta métrica flexible, con precisión milimétrica, se registró de cada organismo, la longitud interdorsal (LI) también llamada longitud alterna (distancia del origen de la primera aleta dorsal al origen de la segunda dorsal).

Conversión a longitud total

En los tiburones como en otros peces, el crecimiento corporal ocurre de manera proporcional en casi todas sus estructuras, con base en esto, pueden realizarse relaciones simétricas entre dos o más medidas o distancias morfométricas obtenidas de los tiburones y relacionarlas entre si para, por medio de una regresión lineal, a partir de una medida o distancia inferir otra. La conversión de tallas tiene un valor practico en las pesquerías y frecuentemente se utilizan debido a la dificultad que existe para obtener datos fidedignos y completos de captura a bordo de una embarcación o durante las descargas. Este tipo de relaciones han sido usadas en otros estudios de tiburón, Kohler *et al.*,(1995) analizó la relación que existe entre la longitud furcal (distancia de la punta de la cabeza al punto donde se bifurca la aleta caudal) y la longitud total, de trece especies de tiburón del Atlántico norte, entre ellos el tiburón azul y obtuvo para esta especie, un coeficiente de determinación $r^2 = 0.993$.

A lo largo de varios años y como parte del programa de marcaje de tiburones de varias especies, por parte de la NMFS (National Marine Fisheries Service), en aguas de California y algunos años también en Baja California, tanto de organismos capturados en aguas costeras, como en mar abierto, se ha registrado la longitud total (Lt) y longitud alterna o interdorsal (LI) de más de 6,700 ejemplares de tiburón azul, con un intervalo de tallas de 13 a 81 cm de LI y de 57 a 295 cm de Lt. En esta muestra se observa una alta correlación entre estas dos longitudes registradas (total e interdorsal). Debido a que el intervalo de tallas registrado en este estudio (16 a 79 cm) esta dentro del registrado por la NMFS antes mencionado y a que en ambos casos los organismos de tiburón azul provienen

de regiones muy cercanas, se utilizó la ecuación que aparece en la figura 2 (Holts com. pers.) obtenida a partir de una regresión lineal de los más de 6,700 datos, para la conversión de las tallas registradas en este trabajo.

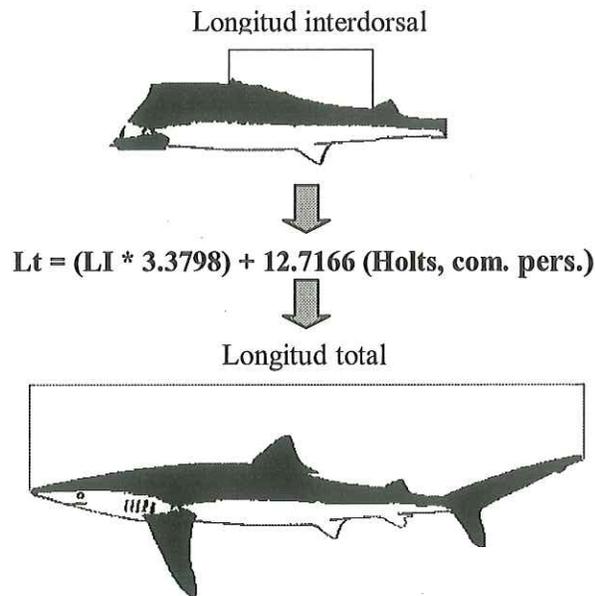


Figura 2.- Medida morfométrica de los “tronchos” de tiburón azul, registrada durante los muestreos en la pesquera Cortez y su conversión a longitud total (Lt).

Una vez hecho esto, se agruparon y graficaron las frecuencias de tallas para determinar la composición en longitud total de la especie de acuerdo al tipo de pesquería (artesanal y de altura).

Proporción sexual

Desafortunadamente los organismos provenientes de la pesca de mediana altura, debido al tipo de eviscerado que se lleva a cabo a bordo de estas embarcaciones, los

organismos (tronchos) descargados, carecen de alguna característica para llevar a cabo la diferenciación sexual. En tanto el caso de los organismos provenientes de la pesca artesanal los “tronchos” aun conservan los “clasper” o gonoperigios en los machos, con lo que, se pudo realizar la diferenciación de sexos. Con esta información se obtuvo la proporción sexual de la captura.

2.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Edad y crecimiento

En el laboratorio y con ayuda de un bisturí, las vértebras fueron limpiadas, eliminando los restos de músculos y cartílago de los arcos hemales y neurales, adicionalmente se usó hipoclorito de sodio al 6% para facilitar la limpieza. Una vez limpias, las vértebras fueron cortadas longitudinalmente en dos partes, con ayuda de una cortadora BUEHLER ISOMET de baja velocidad. Para la tinción se uso una vértebra por organismo (dos partes), estas fueron sumergidas durante 1 a 2 minutos en una solución saturada con rojo de alizarina e hidróxido de potasio, este ultimo en proporción 1: 9 (La Marca, 1966; Officer *et al.*, 1996), posteriormente las vértebras fueron enjuagadas con agua corriente y pasadas por una solución de peroxido de hidrógeno al 3 % durante un minuto para fijar la tinción, (Gruber y Stout, 1983). Una vez teñidas las vértebras, se preservaron en una solución de alcohol etílico al 70% para posteriormente, llevar a cabo las lecturas

Con ayuda de un microscopio estereoscópico WILD M5A, las vértebras fueron

leídas en dos ocasiones (vuelta 1 y vuelta 2) por dos personas (lectores) diferentes. Cada persona (lector) realizó las lecturas de manera independiente, sin tener conocimiento de los datos de lectura de la otra persona hasta el final de la vuelta 2. El número de bandas de cada vértebra se asignó, cuando al final de las dos vueltas o lecturas, las dos personas coincidieron en el número de anillos asignado a la misma vértebra, cuando no fue así, se realizó una tercera vuelta para asignar el número de bandas.

En las vértebras se pueden observar tanto bandas opacas seguidas cada cual de bandas hialinas (ver validación de la periodicidad), durante las lecturas sólo se contaron las bandas hialinas con las que se asignó el número de bandas a cada vértebra así como el tipo de borde (opaco o hialino). La edad en años para cada organismo se asignó de acuerdo al número de bandas hialinas menos una, ya que la primera banda hialina o la más cercana al centro se tomó como “marca de nacimiento” (Cailliet y Bedford 1983) ya que en teoría, la gestación de esta especie dura aproximadamente un año, durante este período también se forma una banda opaca y una hialina, por lo que estas, no deben tomarse en cuenta para determinar la edad del organismo, puesto que esta se cuenta a partir de su nacimiento.

2.3 ANÁLISIS DE DATOS

Validación de la periodicidad

De acuerdo con estudios de edad y crecimiento del tiburón azul (*Prionace glauca*) como el de Cailliet y Bedford (1983) y Nakano (1994) señalan, que probablemente la periodicidad en la formación de anillos en esta y otras especies de tiburón, es anual, aunque esto no está comprobado. El área entre anillos incluye dos tipos o zonas de

crecimiento temporal. Usualmente una zona (banda) más calcificada (opaca) representa un crecimiento rápido que ocurre durante el verano y una zona menos calcificada (hialina) de lento crecimiento que se forma durante el invierno, por lo que en teoría, cada par de zonas (bandas) representan un año (Casey *et al.*, 1985; Branstetter y McEachram, 1986; Cailliet *et al.*, 1986). De acuerdo con lo anterior y teniendo muestras (vértebras) de organismos capturados durante un ciclo anual, se deberán observar vértebras con borde o ultimo anillo en formación de un solo tipo, es decir opaco en las muestras de verano, mientras que de las muestras de organismos capturados durante el invierno, deberán dominar los bordes hialinos.

De acuerdo con lo anterior se estimó y graficó el porcentaje de bordes opacos de las muestras obtenidas durante los meses de muestreo de este trabajo, con el propósito de realizar una validación en la periodicidad de la formación de los anillos de crecimiento en esta especie.

Para construir la curva de crecimiento del tiburón azul, se utilizó la ecuación de von Bertalanffy (1938), considerado el modelo que mejor describe el crecimiento en peces y elasmobranquios

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Donde L_t es la longitud a la edad t en años, L_∞ es la longitud asintótica o la longitud máxima teórica, k es la tasa de crecimiento y t_0 es la edad teórica a la longitud cero.

Los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy se obtuvieron mediante el programa FISHPARM (Prager *et al.*, 1987) versión 3.0 (1989).

Se graficaron las frecuencias de edades mediante un histograma para analizar la

estructura de edades de la captura y así observar sobre que grupo de la población incide mayormente la pesquería.

Pesquería

Para caracterizar mejor esta pesquería, la planta pesquera proporciono, datos como: tipo de embarcación, captura por embarcación, arte(s) de pesca utilizados y zona de captura. Además se obtuvo información adicional sobre la pesca de tiburón en el estado de Baja California de las oficinas de SEMARNAP.

Debido a que el esfuerzo pesquero de las embarcaciones de mediana altura, de donde se obtuvo la mayor parte de la información, está dirigido hacia el pez espada (*Xiphias gladius*) principalmente, y el tiburón es considerado como pesca incidental (rebusca), no fue posible estimar el esfuerzo pesquero (E), ni la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE). Por lo que sólo se presenta el promedio de captura por viaje. Así mismo con la información obtenida en los muestreos y la proporcionada por la SEMARNAP, se llevó a cabo un análisis estadístico de la captura de tiburón, para comparar la captura por litoral en el estado, por localidad, así como la contribución de Baja California a la captura nacional de tiburón y cazón, en los últimos años.

Con los resultados obtenidos, se discute, en este caso particular, la aplicabilidad de la norma regulatoria Mexicana para el aprovechamiento del tiburón.

3.- RESULTADOS

Muestreos

Durante el período de julio de 1999 a mayo del 2000, se realizaron un total de 15 muestreos, nueve de ellos corresponden a organismos provenientes de la pesca de mediana altura (barcos), y los seis restantes a ejemplares capturados por la pesca artesanal (pangas) (Tabla I).

Tabla I.- Muestras colectadas durante el estudio

Fecha de muestreo	Embarcación	Volumen descargado(Ton.)	Organismos Muestreados	Segmentos vertebrales colectados
01/07/99	panga	1.5	39	4
01/07/99	“Yumano” *	1	15	-
08/07/99	panga	2	50	4
05/08/99	“Yumano” *	1.9	47	25
22/09/99	Propemex T4 – G *	1.5	48	18
30/09/99	“Yumano” *	7.8	265	65
14-16/10/99	“Yumano” *	11	352	76
18/10/99	Propemex T1- G *	3	116	25
9-12/11/99	“Yumano” *	17	474	88
26-27/01/00	panga	1.5	101	30
18-24/02/00	Marflota*	21	331	37
25/02/00	panga	0.63	71	6
22/04/00	“Yumano” *	4.85	105	19
25/04/00	Panga	1.5	60	8
4/05/00	Panga	2.43	112	12

* El Yumano, Marflota, Propemex T4-G, Propemex T1-G son barcos dirigidos al pez espada, pero que regularmente desembarca tiburón azul en la Pesquera Cortez,

3.1 ESTRUCTURA POBLACIONAL

Se registraron un total de 2,186 organismos de tiburón azul (*Prionace glauca*): 1,753 (80%) provenientes de barco y 433 (20%) de panga.

La distribución de tallas para la muestra de organismos capturados por la pesca de mediana altura (barcos) fue de 87 a 280 cm, con una moda entre los 150 – 180 cm (Figura 3). El organismo más pequeño se registro en el mes de octubre, con una longitud interdorsal (LI), de 22 cm, cuya longitud total (LT) calculada fue de 87.1 cm, así mismo el ejemplar con mayor longitud, se registro durante el mes de septiembre con una LT calculada de 280.1cm.

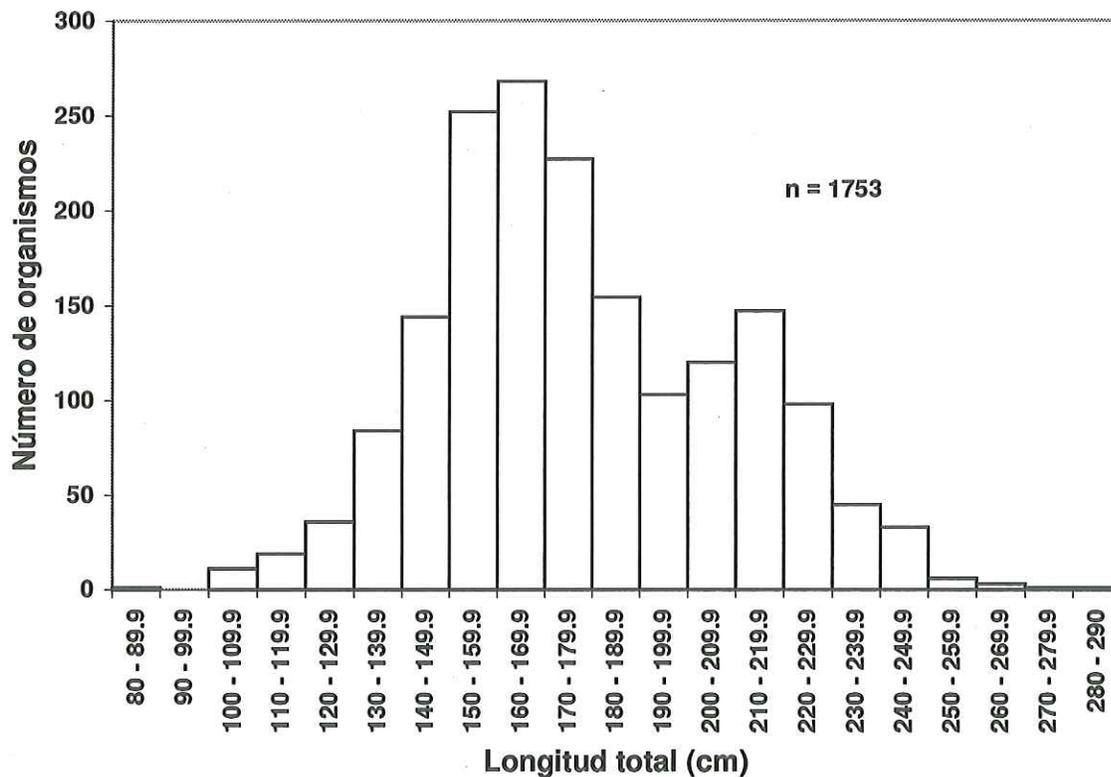


Figura 3.- Histograma de frecuencia de tallas de los organismos registrados, provenientes de la pesca de mediana altura.

Para la muestra de organismos capturados por la pesca artesanal, se observa una distribución de tallas menor, que va de 69 a 250 cm de longitud total, con una moda entre los 90 y 130 cm (Figura 4). El organismo con menor talla registrado, ocurrió durante el mes de enero, un macho de 69.2 cm de Lt calculada, mientras que el tiburón azul de mayor talla proveniente de panga, registrado en este estudio ocurrió durante el mes de julio, una hembra de 250 cm de Lt. La proporción sexual hembras : machos fue de 1.05 :

1.

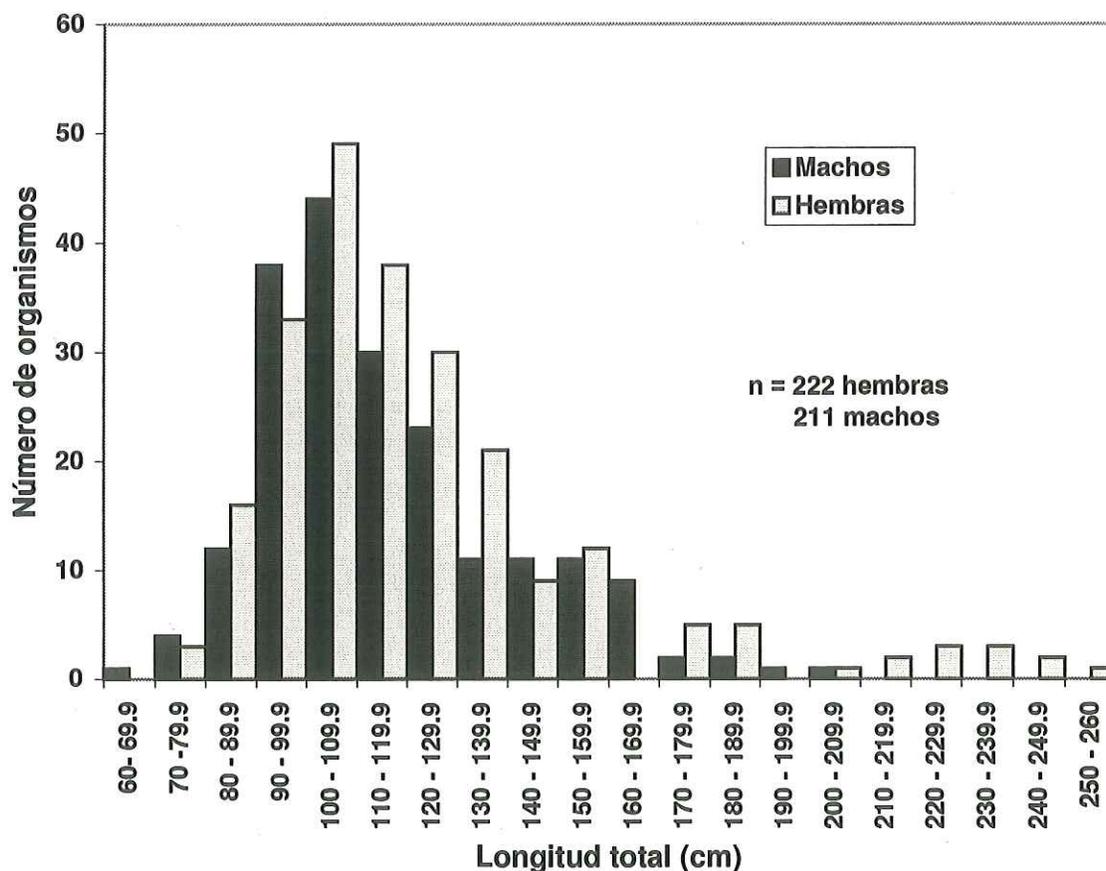


Figura 4.- Histograma de frecuencia de tallas, de los organismos registrados provenientes de la pesca artesanal.

3.2 EDAD Y CRECIMIENTO

A lo largo de los muestreos se colectaron un total de 417 segmentos vertebrales, el intervalo de tallas de estos organismos fue de 69.2 a 280.1 cm de Lt, la gran mayoría de los organismos a los que se colectó vértebra provienen de la pesca de mediana altura lo que se refleja en la muestra total (Figura 5).

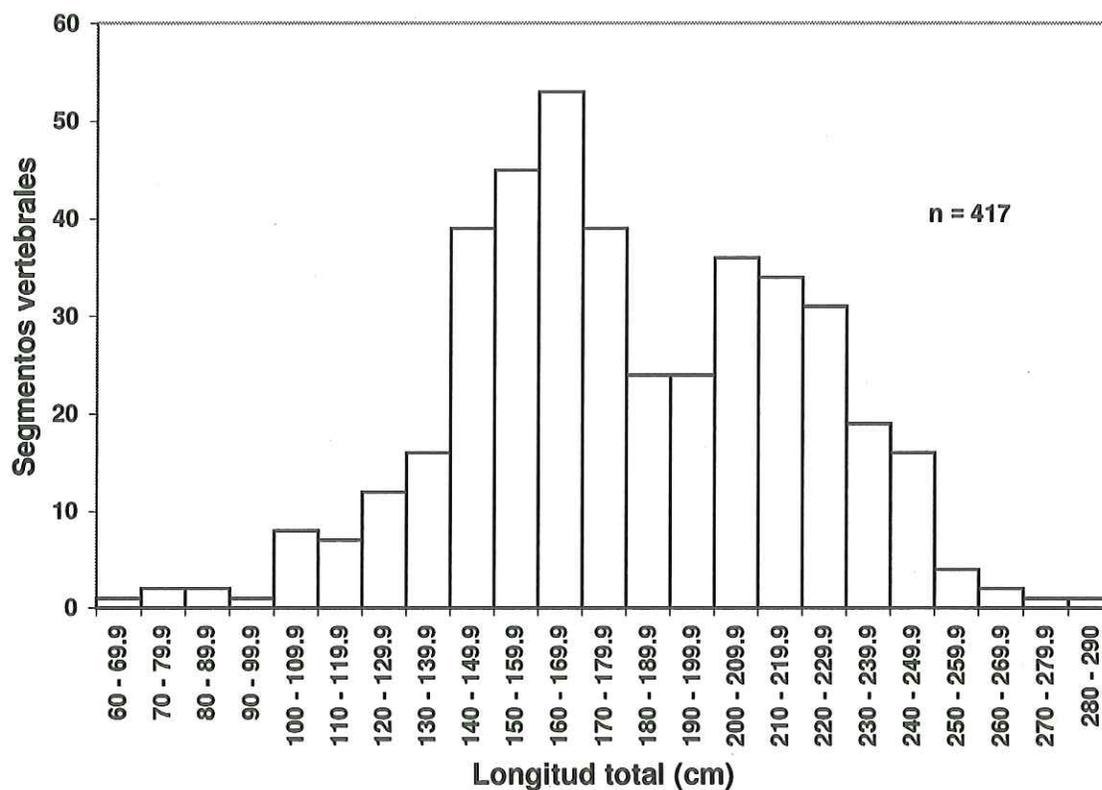


Figura 5.- Histograma de frecuencia de tallas de organismos de los que se obtuvo segmento vertebral.

Tinción de vértebras

La técnica de tinción con rojo de alizarina (La Marca, 1966), permitió realizar las lecturas de manera rápida y satisfactoria (Figura 6) para estimar la edad y parámetros de

crecimiento de la captura.

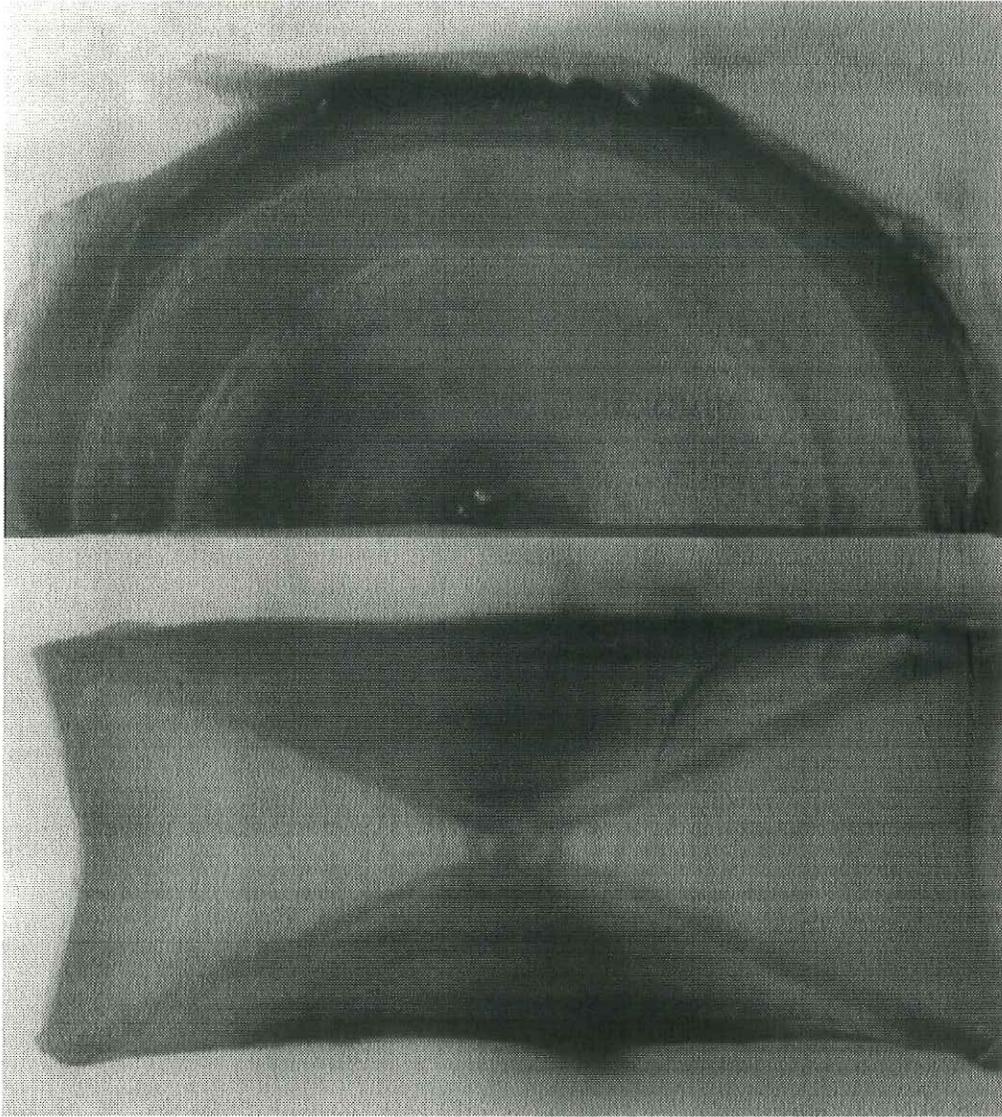


Figura 6.- Vértebra de *Prionace glauca*, teñida con la técnica rojo de alizarina.

Validación

El porcentaje de bordes opacos a lo largo de los meses de muestreo, tuvo una variación significativa. Así el máximo porcentaje de bordes opacos se observó en las muestras de septiembre, donde llegó al 100 % mientras que el mínimo se registró durante

el mes de febrero con el 34 % del total de vértebras leídas (Figura 7). Por lo que la formación del borde opaco podría ocurrir durante los meses de verano y aunque no se observa de manera clara es muy probable que el borde hialino se forme durante los meses de invierno, como ha sido señalado por diversos autores.

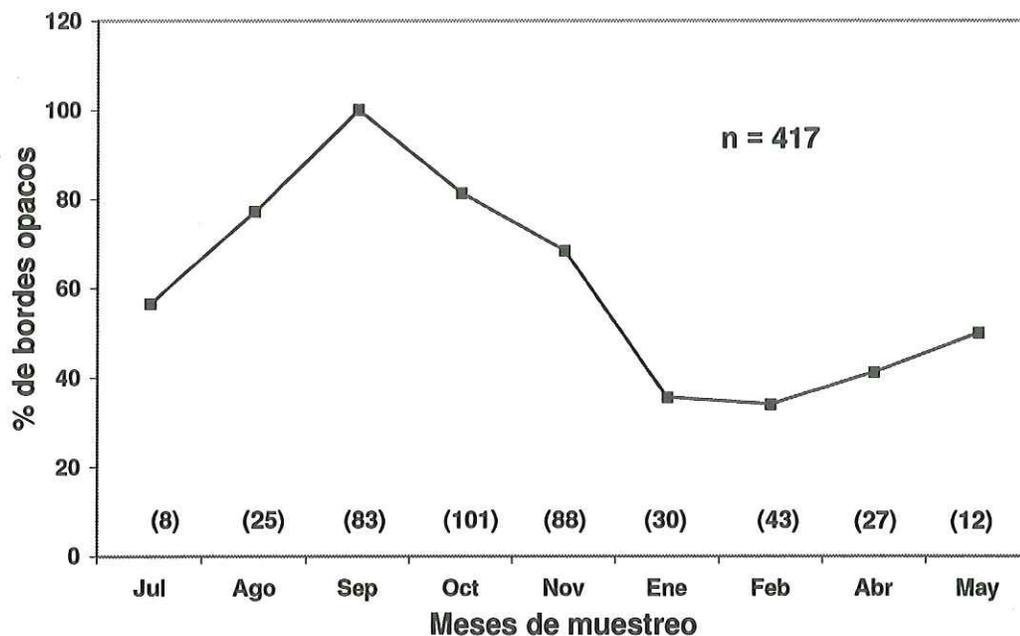


Figura 7.- Porcentaje de bordes opacos observados durante las lecturas, entre paréntesis se indica el número de muestras por mes.

Durante la lectura de los anillos de crecimiento, se contaron vértebras con 1 a 11 bandas hialinas, aunque la mayoría de las vértebras presentaron de 3 a 5 bandas, como se observa en la figura 8. Es importante resaltar que se observó sólo una vértebra con 11 bandas, que correspondió al organismo de mayor talla registrado, con Lt de 280.1 cm.

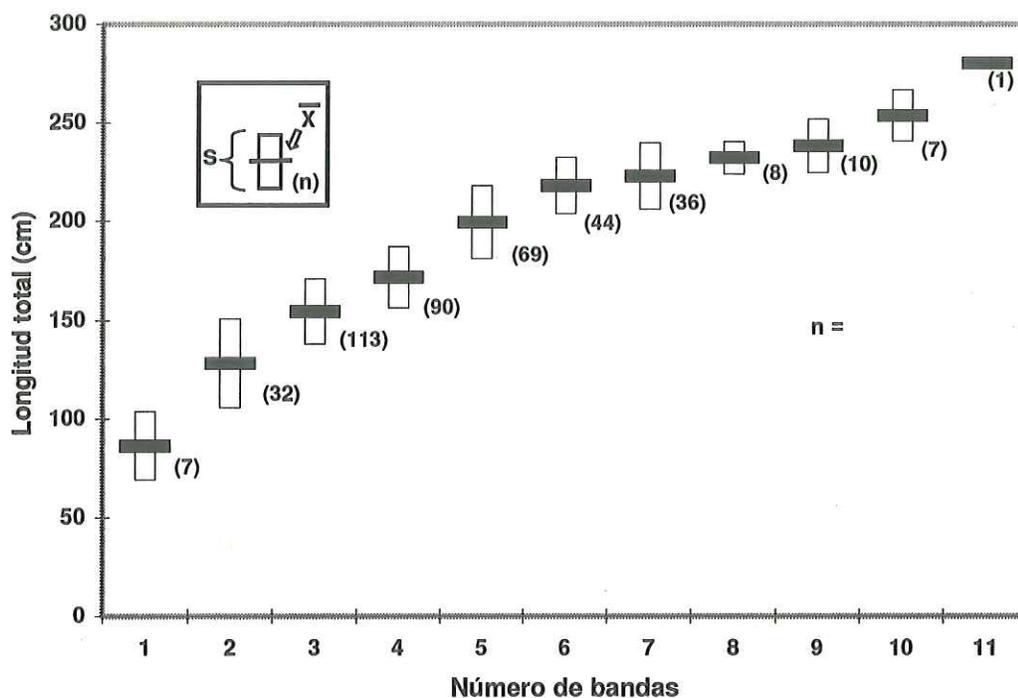


Figura 8.- Gráfico de frecuencia de bandas hialinas en vértebras de tiburón azul colectadas y usadas para determinación de edad. Las líneas horizontales muestran el promedio y las barras la desviación estándar en cada una de las categorías, entre paréntesis se indica el número de organismos en cada grupo.

Con ayuda del programa FISHPARM (Prager *et al.*, 1987), se estimaron los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, para el tiburón azul *P. glauca* (Tabla II)

Tabla II. Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy estimados para *P. glauca* mediante el programa FISHPARM (Prager *et al.*, 1987).

Parámetro	Estimado	Error estándar	C.V.
L_{∞}	310.8	21.93	0.070
K	0.159	0.032	0.200
t_0	- 2.15	0.406	- 0.188

Con estos parámetros y a partir de la ecuación de von Bertalanffy, se construyó la curva de crecimiento para esta especie, que se observa en la figura 9.

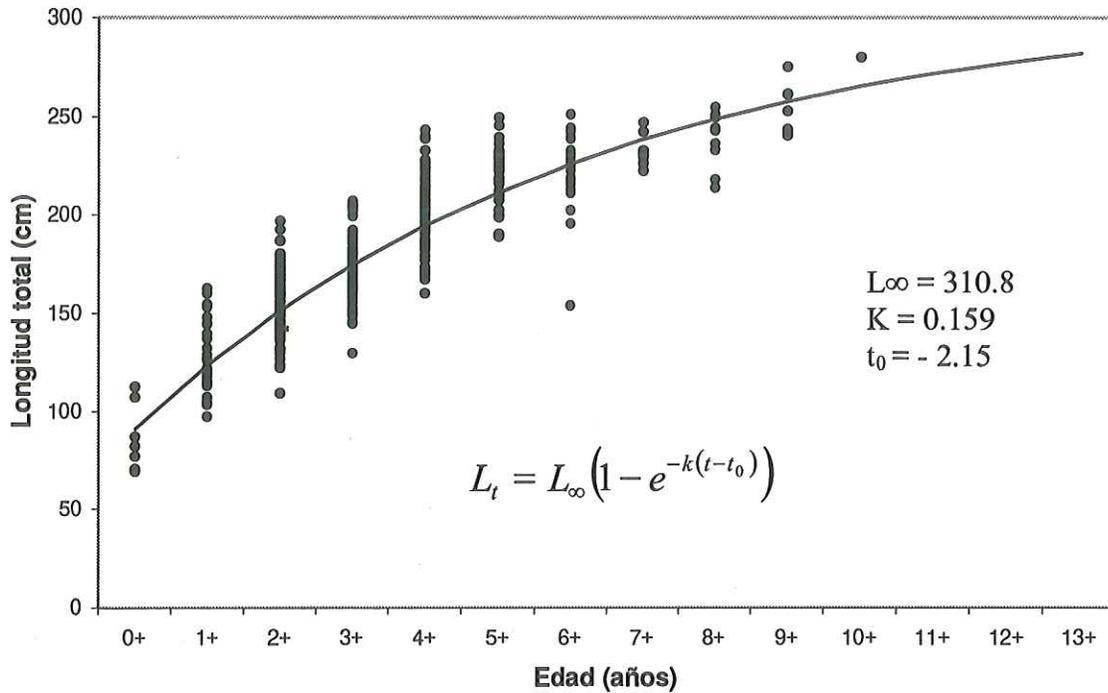


Figura 9.- Curva de crecimiento obtenida para el tiburón azul, *Prionace glauca*.

La estructura de edades de la población está dominada por organismos de 2, 3 y 4 años de edad, que conforman más de la mitad de la muestra (65.2 %) así mismo sólo se registró un organismo con 10 años como se puede observar en la figura 10.

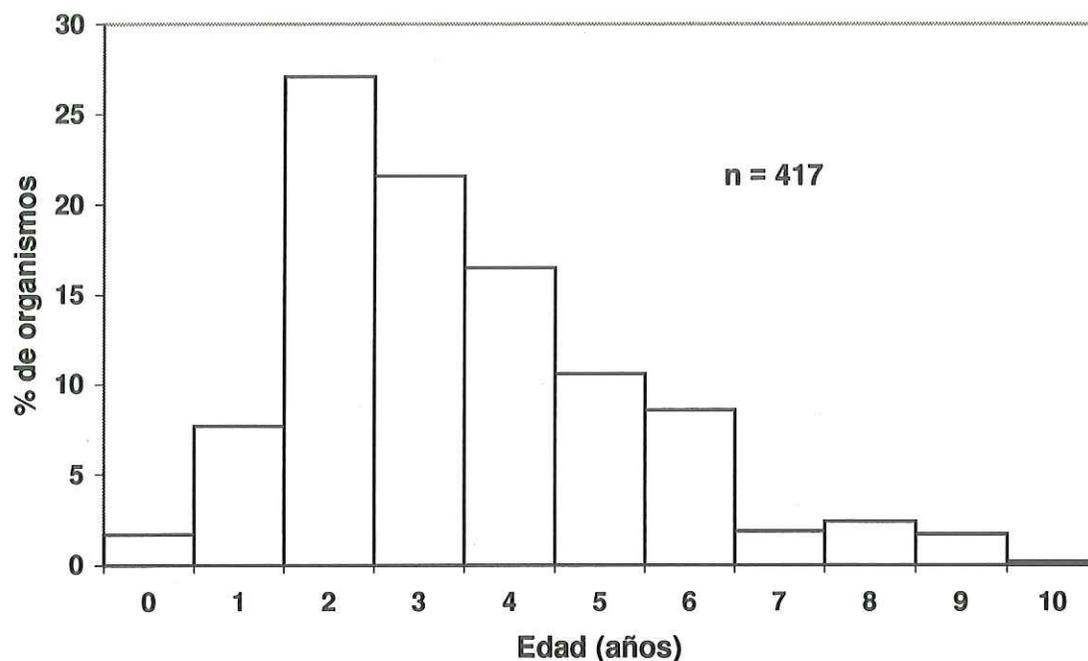


Figura 10.- Estructura de edades de la captura de tiburón azul descargada en Ensenada.

3.3 PESQUERÍA

La pesquería de tiburón, ha sido una importante fuente de alimento y empleo para muchas familias que habitan las zonas costeras del país. El primer registro de esta actividad en México, ocurrió entre 1800 y 1900, cuando se realizó la primera exportación de aletas de tiburón al mercado Asiático, desde La Paz, Baja California Sur en el Pacífico Mexicano (Hernández, 1971). Cuando la demanda por la vitamina A se incremento durante la segunda guerra mundial, especialmente en los Estados Unidos de América (EUA), varias plantas procesadoras para la extracción y exportación de aceite de hígado de tiburón fueron establecidas en el nor-oeste de México. En este tiempo el volumen de captura alcanzo las 4,833 toneladas, pero en 1949, cuando la vitamina A fue sintetizada en laboratorio, la

captura volvió a declinar a menos de 1000 toneladas anuales (Hernández, 1971). Con el incremento de la población, las capturas alcanzaron las 15,000 toneladas en los 70's y sobrepasaron las 30,000 toneladas en los 80's principios de los 90's. Durante el período 1987–91 los tiburones, incluyendo cazones (tiburones menores a 1.5 m) contribuyeron con el 2.3 % de la producción pesquera nacional (Bonfil, 1994). De acuerdo con cifras oficiales del Anuario estadístico de pesca 1999, durante los últimos diez años, el 64 % de la captura de tiburón es extraída del litoral Pacífico y el 36 % restante del Golfo de México y Mar Caribe.

Actualmente los volúmenes de captura han descendido y durante 1999 se registraron sólo 20,096 toneladas (SEMARNAP, 2000) (Figura 11).

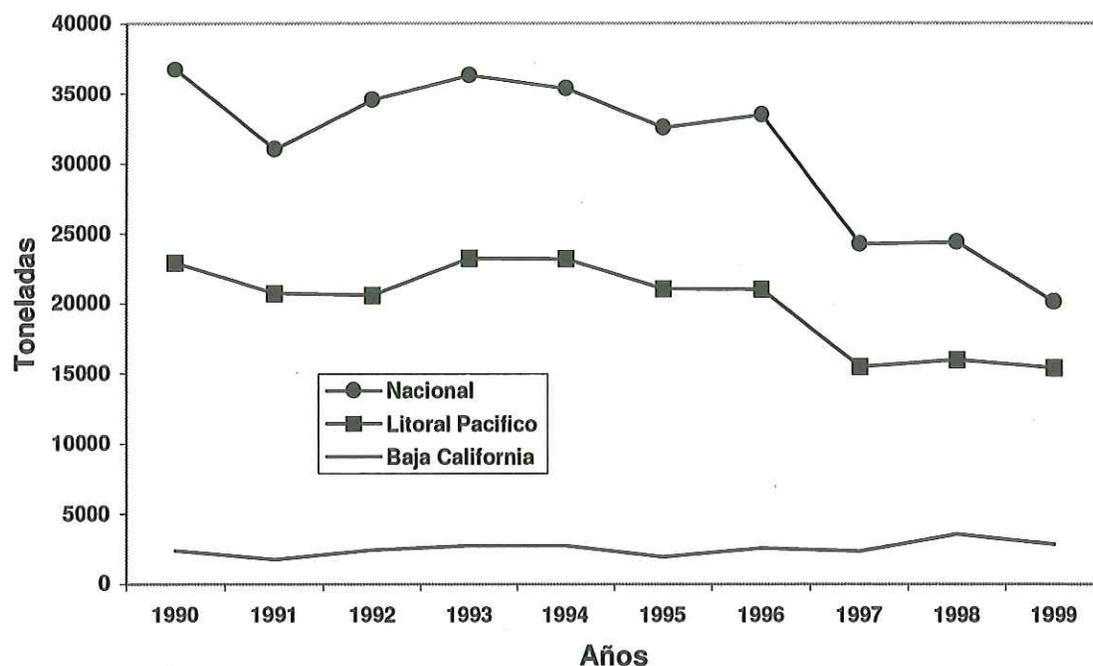


Figura 11.- Serie histórica de la captura de tiburón, producción nacional, litoral Pacífico y Baja California. Fuente: SEMARNAP. Ensenada B.C.

Baja California

Como se menciona, del litoral Pacífico Mexicano se extrae el 64 % de la captura nacional de tiburón. De este litoral y durante 1999 los estados con mayor producción en orden decreciente son Baja California Sur, Chiapas, Sinaloa y Baja California (SEMARNAP, 2000). Como ya se menciona, durante los últimos diez años en Baja California, las capturas de tiburón promedian las 2,500 toneladas anuales, que representa el 12.5 % de la captura nacional y el 19.5 % de la captura del Pacífico Mexicano.

En Baja California existe una gran diversidad de tiburones, ya que se conocen 51 especies, de las cuales 34 son consideradas de importancia comercial debido a la talla que pueden alcanzar (Escobar-Fernández, 1989). Esta entidad cuenta con largas franjas costeras tanto en el Golfo de California como en el Océano Pacífico, así mismo existen oficinas de SEMARNAP para el registro del desembarco de las diferentes especies marinas en explotación, estas se ubican en las localidades de Ensenada, El Rosario, Isla Cedros y recientemente en San Quintín en lo que toca al litoral Pacífico y San Felipe, Bahía de los Ángeles y Mexicali en el litoral Golfo del estado. En el litoral Pacífico, se captura el 58 % del tiburón, siendo Ensenada el puerto más importante de desembarco, como se observa en la figura 12.

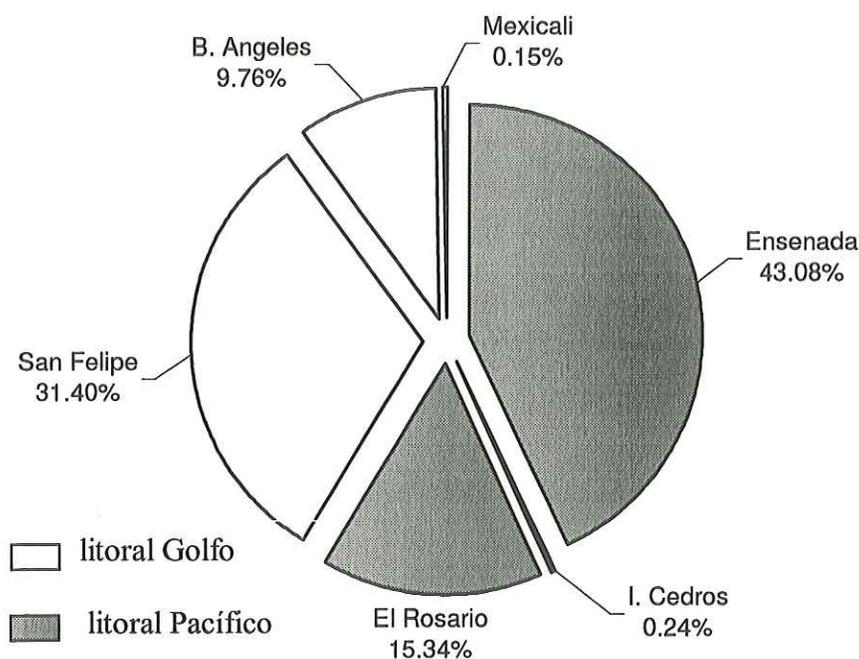


Figura 12.- Desembarco de elasmobranchios en las diferentes localidades costeras de Baja California, durante los últimos diez años. Fuente: SEMARNAP, Ensenada B.C.

En Baja California a diferencia de lo que ocurre en otros estados, donde la mayor parte de la captura se realiza con embarcaciones menores tipo panga, las embarcaciones de mediana altura dirigidas a otras especies contribuyen de manera importante en las descargas de tiburón (Figura 13) sobre todo en el litoral Pacífico y más específicamente en el Puerto de Ensenada.

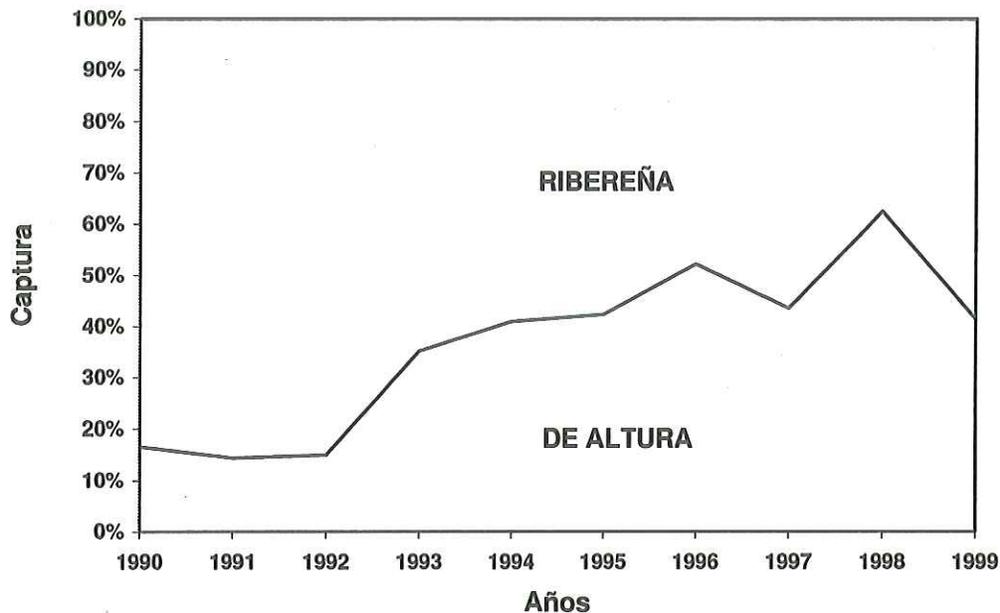


Figura 13.- Serie histórica de captura de tiburón en Baja California de acuerdo al tipo de pesquería. Fuente: SEMARNAP, Ensenada B.C.

Aun con esta información, existe una falta de documentación del volumen real de tiburones capturados incidentalmente en pesquerías que se enfocan a otras especies, en donde se utilizan redes de arrastre, cerco, redes a la deriva y palangres para atunes y picudos. Por ejemplo (Sosa–Nishizaki *et al.*, 1993), analizaron la pesquería del pez espada (*Xiphias gladius*) en aguas aledañas a la península de Baja California, encontrando que los tiburones fueron el grupo dominante, con el 25% de la captura total.

Ensenada

Ensenada es el puerto más importante de desembarco de tiburón en el estado. En este puerto son tres, las especies más frecuentes en las descargas tanto en la pesca artesanal, como de mediana altura, estas son: el tiburón azul (*Prionace glauca*), el tiburón

zorro (*Alopias vulpinus*) y el mako (*Isurus oxirinchus*) además de otras como el cazón espinoso (*Squalus acanthias*) y el café (*Carcharhinus brachiurus*), que son capturadas en menor proporción.

De estas, el tiburón azul es la especie más importante en volumen, sustenta la pesquería artesanal dirigida al recurso y complementa la captura de embarcaciones de mediana altura dirigidas al pez espada (*Xiphias gladius*) que descargan en este puerto.

Tipo de embarcaciones

En este puerto la pesca artesanal es llevada a cabo en embarcaciones menores tipo panga, construidas de fibra de vidrio con rango de eslora de 7.5 a 10m. con motor fuera de borda de entre 60 a 125 caballos de fuerza, estas no cuentan con sistema refrigerante, por lo que, los viajes no duran mas de tres días, el arte de pesca utilizado es el palangre o cimbra de 3 a 4 km de longitud. Estas embarcaciones capturan el 60 % del volumen descargado en Ensenada. Realizan operaciones todo el año, pero es durante el verano cuando se registra mayor número de organismos en las capturas y de mayores tallas, a causa de los movimientos migratorios de tipo reproductivo que realiza esta especie en las zonas de captura. Debido a que la pesca se lleva a cabo en aguas cercanas a la costa, la mayor parte de la captura esta conformada por organismos en etapas juveniles.

El otro tipo de embarcaciones que captura tiburón azul, son de mediana altura, con casco de madera o metal y un rango de eslora variable que va desde 13 a 27 m, capacidad de bodega de 14 a 75 toneladas, líneas de 20 a 40 millas de longitud con un número de anzuelos que puede sobrepasar los 1,000. Estas embarcaciones están dirigidas a la pesca del pez espada (*Xiphias gladius*) y el tiburón complementa y en ocasiones conforma la

mayor parte de la captura de estas embarcaciones. La zona de captura es a lo largo del Pacífico norte Mexicano en donde la especie es frecuente.

Zonas de captura

Las zonas de captura de tiburón azul que se aprecian en la figura 14, fueron referidas por los pescadores de la pesca artesanal y los capitanes de las diferentes embarcaciones de mediana altura, que descargan tiburón azul en la pesquera Cortez.

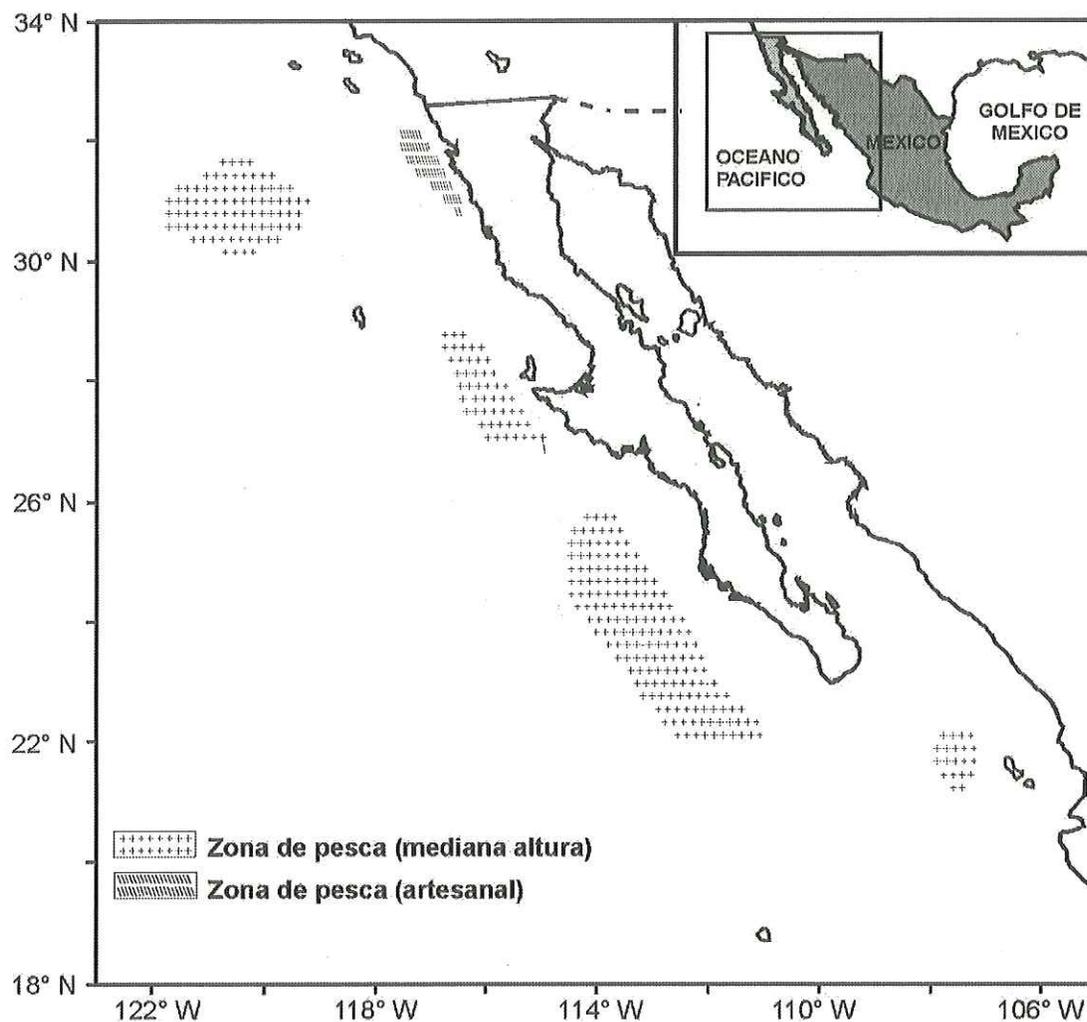


Figura 14.- Áreas de mayor captura de tiburón azul en el Pacífico nororiental Mexicano.

Estas zonas de captura, están influenciadas principalmente por la Corriente de California. Este sistema esta constituido en su base por una corriente superficial que fluye hacia el ecuador siguiendo aproximadamente la forma de la costa oeste de Norteamérica. Es un movimiento amplio (hasta 800 km de ancho y 500 m de profundidad), lento (velocidades típicas de 20 cm/s) y persistente, de norte a sur de aguas frías con una productividad promedio (\bullet 1.3–2 mg/C/m²/día) y baja salinidad (menor a 34ppm) (Lavín, 1997). Pegada a la costa de Baja California se presenta una contracorriente cálida con componente norte, los vientos en la costa son dominantes noroeste por lo que en esta zona se presentan surgencias o afloramientos intensos, lo que ocasiona que el agua que surge frecuentemente afecte la región costera con aguas de baja temperatura y alta salinidad aún en el verano (Alvarez-Sánchez, 1977).

En algunas ocasiones, las embarcaciones de mediana altura se acercan alas Islas Mariás, Nayarit, zona en donde se reporta una importante abundancia de tiburones.

Mercado

Del tiburón azul, se aprovecha su carne para consumo directo, las aletas que por su alto valor comercial son exportadas al mercado de EUA y el cartílago que es aprovechado por la industria farmacéutica para la elaboración de diversos productos. De los ejemplares grandes se aprovechan también, las mandíbulas o dientes para su venta como ornamento, el resto como vísceras y la cabeza son devueltas al mar y los restos de piel y carne es vendido como carnada

La captura de la pesca artesanal es consumida casi en su totalidad por el mercado local, aunque en ocasiones cuando la pesca es abundante, es vendida a las plantas pesqueras de la región

En la pesca de mediana altura, las descargas de tiburón llegan a ser considerables desde 1 a 25 o más toneladas, aunque la mayor parte la constituye el azul. Todo el tiburón es decapitado, eviscerado y congelado a bordo, ya en tierra se ofrece a algunas pesqueras que se especializan en el proceso y comercialización del tiburón azul. Pocas son las plantas que procesan este producto, ya que su rápida descomposición lo hacen un producto de alto riesgo y baja calidad. Entre las plantas que lo procesan encontramos la Pesquera “Cortez” y “Pro-San”.

4.- DISCUSIÓN

Los elasmobranquios han evolucionado como un grupo independiente por lo menos 450 millones de años desde el período carbonífero (Hoenig y Gruber, 1990). Ellos han desarrollado patrones de historia de vida diferentes al grupo de peces teleósteos. Un lento crecimiento, madurez sexual tardía y baja fecundidad, hacen de los elasmobranquios, un grupo muy susceptible a la sobrepesca.

Aun cuando los tiburones presentan patrones de vida semejantes a los de las tortugas marinas o ballenas, los modelos pesqueros aplicados a su pesquería son parecidos a los usados con los peces teleósteos. Anderson (1993), reviso intentos de evaluación de las poblaciones de elasmobranquios en los que se usaron modelos de biomasa (producción-stock) y de estructura de edades, similares a los usados con mamíferos marinos y encontró que los modelos de biomasa ofrecen estimaciones del rendimiento máximo sostenible y que estos modelos presentan mayor aplicabilidad al usarse con elasmobranquios cuando existe una estructura de edad y un retraso entre el desove y reclutamiento.

Durante los últimos años las capturas de tiburón en México han descendido notablemente de las 30,000 toneladas promedio a principios de la década, a 20, 093 toneladas registradas durante 1999 (SEMARNAP, 2000). Castillo *et al.*, 2000 señalan que la alta proporción de neonatos y juveniles capturados en muchas zonas costeras de México sugiere que las principales áreas de crianza están sometidas a una alta presión de pesca, esto pudiera explicar en parte la disminución en las capturas de tiburón. Un caso particular ocurrió ya, con el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) en las costas del sur de Sinaloa, donde esta especie sustentaba la pesquería de tiburón en esta zona, durante mucho tiempo

las capturas estuvieron dominadas mayormente por organismos neonatos y hembras grávidas. Actualmente el tiburón toro es una especie ocasional en las capturas de tiburón de esta región (Corro-Espinosa, 1990). Por su parte Hoenig y Gruber (1990) opinan que un esquema de manejo pesquero en elasmobranquios debe estar basado en monitoreos y protección de áreas con abundancia de juveniles y áreas con frecuencia de ocurrencia de hembras grávidas y hembras adultas con esperma retenido en la glándula oviductal.

En Baja California durante los últimos años las capturas se han mantenido estables siendo el puerto de Ensenada un lugar importante en descargas de tiburón en el estado, como se aprecia en la figura 12. Como ya se menciona, en Ensenada la especie de tiburón más importante en cuanto a volumen, es *Prionace glauca*.

A diferencia de otras especies, el tiburón azul produce un alto número de crías, de acuerdo con Compagno (1984), las camadas son usualmente de 25 a 50 y en algunos casos el número supera las 100 crías, además tiene una distribución cosmopolita que quizás sea la más amplia entre los *Chondrichthyes*, ya que habita todos los mares templados y subtropicales del mundo, en el Pacífico Oriental se le encuentra desde el Golfo de Alaska, hasta Chile y según Strasburg (1958) es el tiburón pelágico más abundante del Pacífico central, entre los 20° y 50° de latitud.

Esto explica en buena medida porque al tiburón azul se le sigue capturando con frecuencia en aguas de la península de Baja California, ya que debido a su alta fecundidad en relación con otros tiburones y su amplia distribución, la capacidad de recuperación de la población es mayor a la de otras especies.

Aún así, es importante mencionar que el tiburón azul en el Pacífico nor-oriental esta sujeto a una fuerte presión de pesca. Nakano y Watanabe (1992) estimaron que la pesquería de altura en el Pacífico Norte durante 1988, capturo 5 millones de individuos. Por otra parte, Holts *et al.*, 1998 mencionan que en el norte del Pacífico Oriental incluyendo las costas oeste de los EUA y B.C. México, las capturas de tiburón están compuestas principalmente por tres especies, el tiburón zorro (*Alopias vulpinus*), el mako (*Isurus oxyrinchus*) y el azul (*Prionace glauca*), estiman que el volumen de captura en la región excede las 15,000 toneladas anuales y que gran parte son organismos en etapas juveniles.

Es complicado afirmar cuando, un stock esta siendo sobreexplotado, Hoenig y Gruber (1990) mencionan que algunos signos de sobreexplotación de un stock incluyen, incrementos en los rangos de crecimiento y fecundidad, reducción de la talla y edad promedio de la población, reducción de la talla y edad de madurez sexual. Holts *et al.*, (1998) en un análisis reciente de la pesca comercial de tiburón en aguas de California y Baja California, señalan una clara reducción en los volúmenes de captura y una posible reducción en la talla de los organismos. La talla promedio de los organismos registrados de la pesca de mediana altura en este trabajo fue de 177.2 cm, mientras que de los organismos provenientes de la pesca artesanal, la talla promedio fue de 119 cm, aunque no fue posible determinar madurez sexual, la información obtenida sugiere que hay indicios de una sobreexplotación del tiburón azul en la zona.

4.1 ESTRUCTURA POBLACIONAL

La pesca de cualquier especie marina se facilita cuando se tiene conocimiento, cuando y donde pueden encontrarse los grupos o cardúmenes de organismos, entre ellos los tiburones. La agrupación ocurre en muchas especies de tiburones, además de la segregación por talla y sexo dentro de una misma especie. Springer (1967) en su estudio sobre organización social de las poblaciones de tiburones, menciona la tendencia en algunas especies de asociarse en grupos numerosos de individuos de la misma talla y sexo, señala que este comportamiento denota un alto desarrollo en la conducta social de algunas especies. Pratt (1979) señala que es común que las capturas de tiburón tengan una preponderancia de un sexo o de otro, o estén compuestas por un limitado intervalo de tallas, lo que hace evidente la segregación por talla y sexo de algunas especies de tiburón. Esta tendencia de asociarse es característica en muchas especies de tiburones de la familia *Carcharhinidae*, entre ellos, el tiburón azul (*P. glauca*).

En este estudio se aprecia una clara diferencia en la estructura poblacional de acuerdo al tipo de pesquería (artesanal y de altura) (Figura 15)

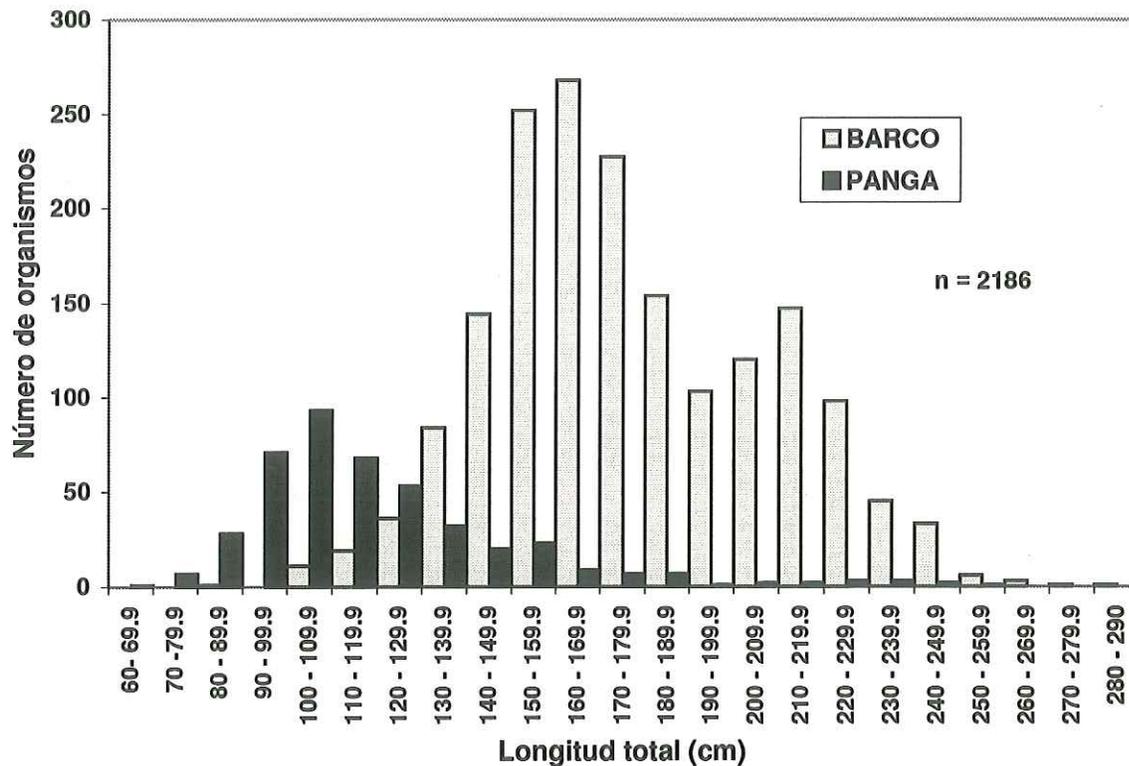


Figura 15.- Histograma de la estructura de tallas de las muestras provenientes de barcos y pangas.

En el caso de los barcos, se aprecia una dominancia de organismos mayores (adultos y preadultos) debido a que la captura proviene de aguas oceánicas, lejos de la costa donde los organismos mayores normalmente se encuentran.

En cuanto a la pesca artesanal, se aprecia que la gran mayoría de los organismos son juveniles. Castro (1993) señala que las zonas de crianza de tiburones, son áreas cercanas a la costa con alta productividad, donde los pequeños encuentran alimento y resguardo contra depredadores y donde pasan sus primeras etapas de vida libre. Debido a que la zona de operación de las embarcaciones es en aguas cercanas a la costa, las capturas

están constituidas en su mayor parte por organismos neonatos y juveniles, lo que afecta la población, ya que estos organismos aun no tuvieron la oportunidad de reproducirse.

Proporción sexual

Debido al tipo de eviscerado, en las embarcaciones de mediana altura no fue posible determinar el sexo de los organismos ya que los “tronchos” descargados carecen en su totalidad de característica alguna para llevar a cabo la diferenciación. Sólo en una ocasión fueron descargados organismos aún con los gonopterigios o “claspers” en el caso de los machos, por lo que se pudo sexar a los organismos, 336 en total con una proporción hembras : machos de 1.3 : 1.

Los organismos procedentes de la pesca artesanal, conservan los “claspers” en los machos, con lo que se llevo a cabo la diferenciación sexual de toda la muestra registrada. La proporción sexual hembras : machos de la muestra total fue de 1.05 :1. Cabe destacar que la proporción sexual vario durante los muestreos, en julio se registró una dominancia de machos en 4.2: 1, mientras que en los muestreos de febrero, abril y mayo, las hembras dominaron la estructura poblacional. Esto puede deberse a la segregación por talla y sexo ya mencionada, que existe en esta como en otras especies de tiburones. En general en este como en otros estudios se observa que la proporción sexual tiende en 1:1.

4.2 EDAD Y CRECIMIENTO

En los tiburones, al igual que en casi todos los seres vivientes el tamaño del cuerpo está estrechamente relacionado con la edad, y a medida que pasa el tiempo los tiburones aumentan de tamaño al mismo tiempo que aumenta la edad.

El crecimiento en longitud se describe normalmente con una curva exponencial, en donde se observa que el crecimiento suele ser muy rápido al principio cuando el tiburón es joven, pero se hace más lento a medida que la edad aumenta y a medida que éste alcanza el tamaño o longitud máxima que cada individuo puede alcanzar.

Varios autores han tratado de describir el crecimiento animal en forma matemática, entre ellos encontramos a von Bertalanffy (1938) quien logra desarrollar la fórmula matemática que satisface de mejor manera ciertas condiciones primordiales como son, el que la expresión matemática sea coherente con el proceso biológico del crecimiento y tener una formulación que pueda ser incorporada fácilmente en los modelos de dinámica y administración de recursos pesqueros.

Algunos aspectos que cobran gran importancia para comprender la dinámica de poblaciones en peces, es conocer la estructura de la población en talla y edad, tasa de crecimiento, reproducción y el tiempo que tardan los organismos en alcanzar la madurez sexual, por lo que conocer estos parámetros es básico, para un manejo adecuado de cualquier pesquería y los tiburones no son la excepción.

En lo que se refiere a la validación de la periodicidad de la formación de los anillos de crecimiento, el porcentaje de bordes opacos observados de los organismos capturados

durante el mes de septiembre llego al 100 %, lo que sugiere que la formación de este anillo ocurre durante el verano como ha sido señalado por Casey *et al.*, 1985; Branstetter y McEachram, 1986 y Cailliet *et al.*, 1986. El porcentaje mínimo de bordes opacos correspondió al mes de febrero con el 34 % y a finales de primavera en mayo, el porcentaje fue del 50 % lo que no confirma la formación del anillo hialino durante esta estación. Esto quizás se deba a que el stock local de tiburón azul, no es una población cerrada y que en las capturas se encuentren organismos migratorios provenientes de regiones en donde el patrón de formación de anillos es diferente. Otra de las causas de tener un porcentaje significativo de bordes opacos en las muestras de primavera, puede ser el error en las lecturas, ya que en algunas vértebras es difícil distinguir un borde hialino y se puede registrar como borde opaco.

En este caso la validación utilizada como método indirecto sugiere la formación de los anillos opaco y hialino durante el verano e invierno respectivamente (ciclo anual) aunque se hace necesario realizar programas de marcaje con tetraciclina y recaptura para complementar y comprobar de manera fehaciente la periodicidad anual en la formación de anillos de crecimiento en esta, como en otras especies de tiburón.

Las curvas de crecimiento en elasmobranquios son derivadas generalmente de estimaciones de edad basadas en estructuras con bandas opacas y hialinas, ya sean vértebras o espinas Cailliet (1990). Así mismo señala también, que existen algunas técnicas que ayudan a estimar la edad, crecimiento y verificar la periodicidad en la formación de los anillos de crecimiento en elasmobranquios, entre estas técnicas se cuentan: Análisis de tallas, radiometría, estudios de crecimiento en laboratorio, marcado

con tetraciclina y recaptura, tinción de vértebras, entre otras. Algunas técnicas sencillas para la lectura de anillos de crecimiento en vértebras, con las que se han obtenido resultados satisfactorios consisten en realizar cortes, pulido o tinción de vértebras con diversas sustancias, con el fin de hacer más evidente el contraste entre las bandas opacas y hialinas y con ello facilitar la lectura. Para este estudio se realizaron algunas pruebas para comparar y aplicar una técnica que ofreciera buenos resultados. Se llevaron a cabo cortes de vértebras, pulido y tinción con nitrato de plata y rojo de alizarín, resultando esta última, la que permitió de mejor manera realizar las lecturas. La tinción con rojo de alizarín (La Marca, 1966), ha sido utilizada en trabajos similares, uno de ellos, el de Gruber y Stout (1983), que estudiaron la edad y crecimiento del tiburón limón (*Negaprion brevirostris*), de las aguas de la Florida, con resultados satisfactorios.

Durante la lectura de bandas de crecimiento en este estudio, se observaron vértebras con 1 a 11 bandas, en un intervalo de tallas de 69 a 280 cm de Lt, cabe destacar, que solo se observó una sola vértebra con 11 bandas, correspondiente al organismo más grande registrado, con 280.1 cm de Lt.

Los intervalos de longitud para cada grupo de edad son muy similares a los obtenidos en otros trabajos de edad y crecimiento del tiburón azul en el Pacífico Oriental, como el de Cailliet *et al.*, 1983, usando la técnica de tinción por nitrato de plata, observaron organismos hasta de nueve bandas de crecimiento con 245 cm de Lt. Así como en trabajos de edad y crecimiento de esta especie en el Pacífico norte Occidental, como el de Tanaka (1988) y Nakano (1994).

De igual manera las estimaciones de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy también muestran semejanzas, con los obtenidos para sexos combinados del tiburón azul en otros trabajos, como se muestra en la tabla III.

Tabla III.- Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy estimados en otros trabajos, para tiburón azul.

Autor	Lugar	Sexo	L_{∞}	K	t_0	n
Aasen, 1966	Atlántico Norte	SC	394	0.13	- 0.80	268
Stevens, 1975	Atlántico Noreste	SC	423	0.11	- 1.04	82
Cailliet et al., 1983	Pacífico Nororiental	SC	265	0.22	- 0.802	130
Tanaka, 1984	Pacífico Norte	H	256.1*	0.11	- 1.306	
		M	308.2*	0.09	- 0.993	
Nakano ,1994	Pacífico Norte	H	243.3*	0.14	- 0.849	
		M	289.7*	0.12	- 0.756	
Presente estudio	Pacífico Nororiental	SC	310	0.159	- 2.15	417

SC = sexos combinados, * Longitud precaudal

Técnica de tinción

La técnica de teñido con rojo de alizarín (La Marca, 1966) permitió de manera rápida y sencilla, realizar lecturas y estimaciones de la edad y crecimiento del tiburón azul con resultados que pueden considerarse como satisfactorios, debido a la semejanza con otros estudios de esta especie realizados con otras técnicas.

Madurez sexual

Aunque en el presente estudio no fue posible determinar la madurez sexual de los organismos debido a que son descargados totalmente eviscerados, se tomaron en cuenta aspectos importantes como la talla y edad de los organismos. Nakano (1994) en su estudio de edad, reproducción y migración del tiburón azul en el Pacífico norte, señala que los machos alcanzan la madurez sexual a más de 185 cm de longitud total, entre los 4 y 5 años de edad, y las hembras maduran aproximadamente a los 200 cm de Lt, entre los 5 y 6 años de edad. Holden (1977) menciona que los tiburones alcanzan la madurez sexual entre el 60% y 90% de la longitud asintótica (L_{∞}) estimada. En el presente estudio se obtuvo un L_{∞} de 310 cm, por lo que el intervalo mencionado por Holden para este estudio, es de 186 a 279 cm de Lt en el que esta especie alcanzaría la madurez sexual.

De acuerdo con esta información, en cuanto a edad, de la muestra total de organismos registrados en este trabajo, el 58 % están entre 0 y 3 años de edad, mientras que por talla el 95 % de la muestra proveniente de la pesca artesanal y el 68 % de la muestra de mediana altura (74 % del total) no sobrepasa los 185 cm de Lt. Es decir que la pesquería de tiburón azul (artesanal y de mediana altura), esta incidiendo fuertemente sobre un grupo importante de la población formada por organismos juveniles y preadultos que aun no han alcanzado la madurez sexual.

4.3 OPINIÓN SOBRE LA NORMA REGULATORIA

El tiburón azul, sustenta la pesquería artesanal dirigida al recurso y complementa la captura de embarcaciones de mediana altura dirigidas al pez espada (*Xiphias gladius*), que descargan en el puerto de Ensenada. De acuerdo con la nueva norma regulatoria para el aprovechamiento del tiburón en México, se han establecido algunas condicionantes para un mejor manejo y uso del recurso tiburón. Las características biológicas de la mayoría de las especies de tiburones que se pescan, como son una madurez sexual tardía, un bajo potencial reproductivo y lentas tasas de crecimiento, las hacen un recurso altamente vulnerable a la explotación intensa en periodos de tiempo relativamente cortos (Anderson, 1993), debido a esto, especificaciones como el número de anzuelos, largo de la línea y luz de malla de acuerdo al tipo de embarcaciones así como el establecimiento de vedas temporales para algunas zonas de crianza, son medidas que contempla la norma y de suma importancia en los primeros pasos para la preservación de estos organismos. Aún así, debido a la poca difusión que se a dado a esta normatividad entre los sectores involucrados, la gran mayoría de los pescadores más aun los que se ocupan en la pesca artesanal, desconocen las especificaciones contenidas en el documento oficial.

Durante el presente estudio se registraron algunos desembarques de la pesca artesanal de organismos capturados en aguas adyacentes a la laguna costera de San Quintín, B.C. en todos ellos predominaron organismos neonatos y juveniles, así mismo en los muestreos de julio de 1999 y mayo del 2000, se observaron también, algunas hembras adultas en la captura proveniente de esta zona. De acuerdo con Nakano (1994), el

alumbramiento en esta especie ocurre durante el final de la primavera y comienzos del verano, de igual manera Castro (1993) señala que las hembras de muchas especies migran hacia áreas determinadas, donde depositan sus huevos o dan a luz a sus crías. Estas áreas son por lo general lugares de alta productividad, en aguas poco profundas cerca de la costa estuarios donde abunda pequeños peces y crustáceos, que proveen de alimento a las crías en sus primeras etapas de vida libre. Por lo regular a estas áreas de crianza no entran machos adultos y las madres suspenden su alimentación en la época de parto, hasta liberar sus huevos o crías y salir de esa área de baja profundidad. La presencia de juveniles y neonatos, así como hembras adultas durante los meses de verano en el área aledaña a San Quintín, sugiere una posible zona de alumbramiento del tiburón azul no sólo en esta área sino a lo largo de la costa occidental de Baja California, ya que de acuerdo con comentarios de pescadores se capturan organismos juveniles y hembras grávidas de tiburón azul en toda esa zona. Debido a esto se hace necesario realizar un estudio específico de la pesca y biología del tiburón azul en estas zonas, para determinar y en su caso incluir a esta región dentro de las áreas que considera la norma para la protección del tiburón.

Las áreas de crianza de acuerdo con Branstetter (1990) sirven para dos propósitos, segregar a los juveniles de la población adulta (protección contra la depredación), además de que los pequeños encuentran alimento fácilmente. Por su parte Hoenig y Gruber (1990) mencionan que la relación entre el stock parental y reclutamiento debe ser la primera consideración en el desarrollo de estrategias para una explotación racional de elasmobranquios, señalan que un esquema de manejo debe estar basado en el monitoreo y protección de áreas con abundancia de juveniles y hembras grávidas. Debido a que la gran

mayoría de los organismos que se capturan en las zonas aledañas a San Quintín e Isla de Todos Santos están en etapas juveniles, estos aún no tienen la oportunidad de reproducirse, esto quizás a mediano plazo, sin duda repercutirá en la merma de la población y la disminución de las capturas, como ya se empieza a notar, por lo que se hace necesario delimitar estas zonas de crianza alrededor de la isla Todos Santos y en el área de San Quintín, para establecer vedas temporales que protejan a los juveniles de tiburón azul.

Se hace indispensable también que la PROFEPA, instancia dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y encargada de vigilar y hacer cumplir las normativas federales para la conservación de la vida silvestre, ponga atención en esta nueva medidas para el mejor manejo de la pesquería, así por ejemplo, las embarcaciones menores y de mediana altura decapitan y evisceran toda la captura de tiburón, cuando la norma específica que el 20 % de los organismos deben descargarse enteros, para facilitar su identificación y con ello colaborar a un mejor conocimiento biológico-pesquero de las especies. Por ultimo, aún cuando no se menciona en el documento oficial, es muy necesario caracterizar cada uno de los nombres comunes dados por pescadores a las especies de tiburón en cada región del país, para capacitar a pescadores y personal de la SEMARNAP que registra los desembarcos. Si se logra que los pescadores reporten la captura por especie con el nombre común que ellos les asignan, una vez convertidos a las especies correspondientes, se lograría conocer mucho mejor la composición de la captura en cada región y la dinámica de las especies, necesarios para un mejor y manejo de la pesquería, como ha sido mencionado por Castillo (1992).

4.4 CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones consideradas de acuerdo a los resultados obtenidos de la pesquería y parámetros de crecimiento del tiburón azul descargado en Ensenada.

El tiburón azul, sustenta la pesquería artesanal dirigida al recurso en esta localidad y complementa la captura de embarcaciones de mediana altura dirigidas al pez espada (*Xiphias gladius*) que operan en la región.

Se obtuvieron 417 segmentos vertebrales de *Prionace glauca*, con intervalo de tallas de 69 a 280 cm de longitud total y edades entre 0 y 10 años

Los parámetros de crecimiento obtenidos, así como los intervalos de edad, son semejantes a otros estudios con *Prionace glauca*.

El 74 % de los organismos capturados (95 % pesca artesanal y 68 % pesca de mediana altura) por talla y el 58 % por edad, aun no alcanzan la madurez sexual, por lo que la pesca artesanal y de mediana altura incide fuertemente sobre grupos de la población que aún no se reproducen.

La presencia de organismos neonatos y hembras adultas en las capturas de verano provenientes de las aguas cercanas a San Quintín, sugieren una posible zona de crianza para la especie.

4.5 RECOMENDACIONES

Dar seguimiento a los estudios biológico-pesqueros de esta y otras especies de tiburón que se explotan en la región como el mako (*Isurus oxirinchus*) y el tresher (*Alopias vulpinus*), con el fin de contar con evaluaciones adecuadas del potencial del recurso.

No otorgar más permisos de pesca de tiburón en la región.

De acuerdo con Holts *et al.*, (1998) en aguas de California y Baja California se aprecia una disminución en el volumen de captura y posiblemente una disminución en las tallas de tiburón azul, lo que sugiere una posible sobreexplotación de la especie en la región.

Continuar con estudios biológico-pesqueros, sobre todo en la región de San Quintín, para identificar y delimitar zonas de crianza de la especie y en su caso proponer medidas de protección.

De acuerdo con Castillo (1992), realizar estudios socioeconómicos que permitan desarrollar nuevos y modernos canales de explotación y comercialización, así como nuevos esquemas de organización que mejoren las condiciones de vida de los pescadores y sus familias.

Que al menos 20 % de los organismos capturados se descarguen enteros, para obtener mejor y más completa información de las especies capturadas en la región, como lo contempla la nueva norma para la regulación de la pesca de tiburón en México.

LITERATURA CITADA

AASEN, O. 1966. Blahaien, *Prionace glauca* (Linnaeus), 1758, *Fiskets Gang*, 52;142-155.

ALVAREZ-SANCHEZ, L.G., 1977. Vientos en la bahía de Todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas*, 4(1): 81-88.

ANDERSON E. D., 1993. Fishery Models as Applied to Elasmobranch Fisheries. En *Elasmobranch as living resources: Status of the Fisheries. NOAA tech Rep. NMFS 115*. USA. Pp 473-484.

APPLEGATE S. P., L. ESPINOSA A., L. MENCHACAL. y F. SOLTELO M. 1979. *Tiburones Mexicanos*. Subsecretaría de Educación e Investigaciones Tecnológicas. Dir. Gral. De Cienc. Y Tec. Del Mar. SEP. 1ra. Edición. 146p.

BANE, G.W.,1968. The great Blue Shark. *California Current*. 1:3-4.

BONFIL. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. Fao. Fisheries technical paper 341. 107p.

BRANSTETTER , S 1990. Early life-history implication of selected carcharhinoid and lamnoid sharks of the norwest Atlantic. *In: H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi,*

(Eds.) *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries*. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 90. p. 17 – 28.

BRANSTETTER, S. y J. D. McEACHRAM. 1986. Age and growth of four carcharhinoids shark common to the Gulf of Mexico: a summary pepper, p. 361-371. *En: Indo-Pacific fish biology: proceedings of the second international conference on Indo-Pacific fishes*. T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi, y K Matsuura (eds). Ichthyological Society of Japan, Tokyo.

BYERS R. D, 1994. The California shark fishery. *Calif. Fish and Game* 26 (1): 23-38.

CADENA CARDENAS, L. ; VILLAVICENCIO GARAYZAR, C.J. 2000. An overview of elasmobranch fisheries in the northeastern Gulf of California. *En: memorias 80th reunion anual de la Sociedad Americana de Ictiologia y Herpetologia*, La Paz B.C.S. México, junio 14-20, 2000. 400 p. (119).

CAILLIET G. M. y D. W. BEDFORD, 1983. The Biology of Three Pelagic Sharks From California Waters, and their Emerging Fisheries: A Review. California. Cooperative Oceanic Fisheries Investigations *Cal COFI Rep.*, Vol. XXIV. Pp. 57- 69.

CAILLIET G. M., L. K. MARTIN, J. T. HARVEY, D. KUSHER y B. A. WELDEN. 1983. Preliminary Studies on the Age Growth of Blue, *Prionace glauca*, Common

Tresher, *Alopias vulpinus*, and Shoertfin Mako, *Isurus oxyrinchus*, Sharks from California Waters. *NOAA Teach. Rep.* NMFS 8. Pp. 179-188.

CAILLIET G. M., R. L. RADTKE, y B. A. WELDON. 1986. Elasmobranch age determination and verification: a review , p. 345-360. *En: Indo-Pacific fish biology: proceedings of the second international conference on Indo-Pacific fishes.* T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi, y K Matsuura (eds). Ichthyological Society of Japan, Tokyo.

CAILLIET , G.M. 1990. Elasmobranch age determination and verification an update review. *In: H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi, (Eds.) Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries.*

CASEY, J., H. L. PRATT Jr. y C. E. STILLWELL. 1985. age and growth of the sanbar shark, *Carcharhinus plumbeus*. From the western North Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 963-975.

CASTILLO G. J.L. 1992. Diagnostico de la pesquería de tiburón e México. *Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de la Pesca.* 1ra. Edición. México, D.F. 72p.

CASTILLO G. J.L; J.F. MARQUEZ-FARIAS; M.C. RODRIGUES DE LA CRUZ; E. CORTES y A. CID DEL PRADO. 2000. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: toward a regulated fishery. *Mar. Freshwater Res.* , 1998, 49, 611-20.

CASTRO J. I., 1983. *The sharks of North American Waters*. First Edition. Texas A. & M. University Press. USA. pp.180.

CASTRO J. I., 1993. The shark nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of fishes* 38: 37-48.1993

COMPAGNO L. J. V. 1984. An Annotated and Illustrated Catalogue of Sharks Species Known to Date. Part. 2 *Carcharhiniformes*. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Volume 4, part 2. 251-663 pp.

CORRO-ESPINOSA D. 1994 La pesquería mexicana del tiburón: recomendaciones para su administración. CRIP Mazatlán, Temas sobre la administración de recursos pesqueros en México. Pp38-51.

DINGERKUS, G. 1987. Sharks distribution. In Stevens, I.J.D. (De.). *Sharks. Facts on File Publications*. New York, 36-47.

ESCOBAR-FERNANDEZ, R. 1989. Tiburones. In Siri-Chiesa, m., and P. Moctezuma (eds.). *La pesca en Baja California*. UABCS, Mexicali, B.C. 54-56 pp.

FAO. 1995. *Yearbook of fishery Statistic., Catches and landings 1190*, vol. 70. Roma Italia.

GRUBER, S.H. y R.G. STOUT. 1983. Biological material for the study of age and growth in a tropical marine elasmobranch, the lemon shark, *Negaprion brevirostris*. In: D. Prince and L.M. Pulos (eds). *Proceedings of the International Workshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes. Tunas, Billfishes and Sharks*. Miami, Florida, U.S. pp. 193-206.

HARVEY, J. T. 1979. Aspect of the life history of the blue shark (*Prionace glauca*) in Monterey Bay, California. Thesis Faculty of the Department of Biology, Sn. Jose State University. 86p.

HERNÁNDEZ, A. 1971. pesquerías de los tiburones en México. B.Sc. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México D.F. 123p.

HOENIG, J.M. y S.H. GRUBER. 1990. Life history patterns in the elasmobranchs: Implications for fisheries management. . In: H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi, (Eds.) *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries*. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 1-16.

HOLDEN , M.J. 1977. Elasmobranchs In J.A. Gulland (editor), *Fish Population Dynamics*. P 117 – 215, 215, W. Ley and Sons, Lond.

HOLTS, D.B. 1988 Review of U.S. West Coast Commercial Shark Fisheries. *Marine Fisheries Review* 50(1).

HOLTS, D. B., A. JULIAN, O. SOSA-NISHIZAKI y N. W. BARTOO. 1998. Pelagic shark fisheries along the west coast of the United States and Baja California, México. *Fisheries Research*. 39: 115-125.

KOHLER, N.E; J.G. CASEY; P. A.TURNER. 1995.Length-weight relationships for 13 species of sharks from the western North Atlantic. *Fishery Bulletin* 93:412-418.

LAUGHLIN, L. y UGORETZ , J. 1999. An observation of blue shark parturition in the southern California Bight. *California Fish and Game* 85(2):83-84. 1999.

LA MARCA, M.J. 1966. A simple technique for demostrating calcified annuli in the vertebrae of large elasmobranch. *Copeia*, 1966: 351-352.

MIRANDA-VAZQUEZ, L. A. 1996. Análisis biológico pesquero del tiburón azul (*Prionace glauca*) en Ensenada, Baja California. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Departamento de Ecología. Ensenada B.C. México. 114p.

MORON Y MORENO. 1991. Diversidad Biológica. Fundación Ramón Aceves, Madrid 1991. ADENA-WWF, Madrid. SCOPE, París.

NAKANO, H. M. y K. SHIMAZAKI, 1985. Distribution and biological Characteristics of the blue shark in the Central Pacific Ocean. Rep. Jpn. Grp. Elasmobr. Stud., No. 19: 9-20.

NAKANO, H. y Y. WATANABE. 1992. Effects of high seas drifnet fisheries on blue shark stock in the North pacific. 15 pp. Compendium of documents submitted to the Scientific review of North pacific Highseas Drifnet Fisheries, Sidney, B.C., Canadá, June 11-14, 1991, Vol. 1.

NAKANO, 1994. Age, reproduction and migration of blue shark in the north Pacific Ocean. *National Research Institute of far seas Fisheries*. 31: 141-256p.

O' BRIEN J. W. y SUNADA. 1994. A review of the southern California experimental drift longline fishery for shark, 1988-1991. California Departament of Fish and Game. *CalCOFI rep.*, Vol. 35pp. 222-229.

OFFICER, R.A; A.S. GASON; T.I. WALKER y J.G. CLEMENT. 1996. Sources of variation in counts of growth increments in vertebrae from gummy shark *Mustelus antarcticus*, and school shark, *Galeorinus galeus*: implication for age determination. *Can.J. Aquat. Sci.* 53: 1765-1777.

PRAGER, M.H; S.B. SAILA y C.W. RECKSIEK.1987. FISHPARM: a microcomputer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. Dept. Oceanogra;Old Dominion Univ. Norfolk, VA, Tech. Rep. 87-10:1-37.

PRATT , H. L., Jr., 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. *Fish Bull.* Vol. 77, No. 2, pp.445-470.

RAMIREZ-FELIX, E. A. 1994. Evaluación preliminar de la pesquería del tiburón y su regulación en Baja California. *Anteproyecto de trabajo terminal*. Facultad de ciencias marinas, Ensenada, B.C., México. 38p.

RIDEWOOD, W.G. 1979. On the calcification of the vertebral centra in sharks and rays. *Philos. Trans. R Soc. Lond., Ser. B, Biol. Sci.* 210;311-407.

SCIARROTA , T. C. y D. R. NELSON. 1977. Diel behavior of the blue shark *Prionace glauca*, near Santa Catalina, California. *Fish Bull.* 75 (2): 519-528.

SEMARNAP. 2000. Anuario Estadístico de Pesca 1998.

SPRINGER S., 1967. Social Organization of Shark population, Chap. 9: 149-172. In: Gilbert, P. W., R.F. Mat Ewson & D. P. Rall (Eds.) *Sharks, Skates, and Rays*. The Johns Hopkins Press. USA.

SOSA-NISHIZAKI, O. DE LA ROSA , P.R., CASTRO, L.R., GRIJALVA, C.M. y DELA ROSA, V. J. 1993. Reporte anual 1992 del proyecto: Estudio biológico pesquero

del pez espada (*Xiphias gladius*) y otras especies de picudos (Marlines y Pez Vela). 44p.

Clave CICESE: CTECT 9306.

SOSA-NISHIZAKI. O. 1997. Shark fisheries in Baja California, México. Impreso no paginado CICESE.

STEVENS, J. D. 1975. Vertebral rings as a means of age determination in the blue shark (*Prionace glauca*). J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 55: 657-665.

STRASBURG, D.W. 1958. Distribution, Abundance and Habits of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. Fish. Bull., 138:335-361.

TANAKA, S. G. 1984. Present status of the fisheries biology. En Elasmobranchs as fishery resource. T Taniuchi y M. Suyama , (Eds) p. 46 – 59. *Jpn. Fish. Fish Ser.* 49 Kouseisha Kousei-kaku, Tokyo.

TANAKA, S; G.M. CAILLIET y K.G. YUDIN.1990. Differences in growth of the blue shark, *Prionace glauca*: Technique or population? In: H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber and T. Taniuchi, (Eds.) *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics and the status of the fisheries*. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 90: 1 – 16.

THOMAS, H. J. 1979. Aspects of the life history of blue shark *Prionace glauca.*, in Monterey Bay, California. Faculty of the Department of Biology San Jose State University, Thesis. Pp. 86.

TRICAS, T. C. 1977. Foods Habits, and Seasonal Abundance of the blues shark, *Prionace glauca* (Carcharhinidae), in Southern California Waters. M. S. Thesis, California State University, Long Beach, 76pp.

TRICAS, T. C. 1977. Food habits, movements, and seasonal abundance of the blue shark, *Prionace glauca* (Carcharhinidae), in southern California waters. MS Thesis, California State Univ. Long Beach, 76p.

VILLAVICECIO GARAYZAR, C.J.; CADENA CARDENAS, L.; TORRES HUERTA, A.; MARIANO MELENDEZ, E.; GERRERO MALDONADO, L. A. 2000. Elasmobranch fisheries on the east coast of Baja California Sur; Gulf of California. En: Memorias 80th reunion annual de la Sociedad Americana de Ictilogia y Herpetologia. La Paz B.C.S. México, junio 14-20. 400p (900).

VON BERTALANFFY, L. 1938. A quantitative theory of the organic growth (inquires on growth laws II). *Hum Biol*: 181-213.