



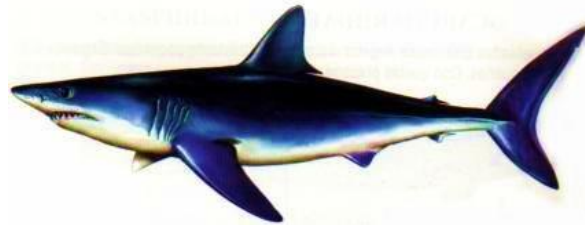
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Hábitos alimentarios del tiburón Mako *Isurus oxyrinchus*
Rafinesque, 1810 de la costa occidental de Baja California
Sur, México

Tesis que para obtener el título de
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

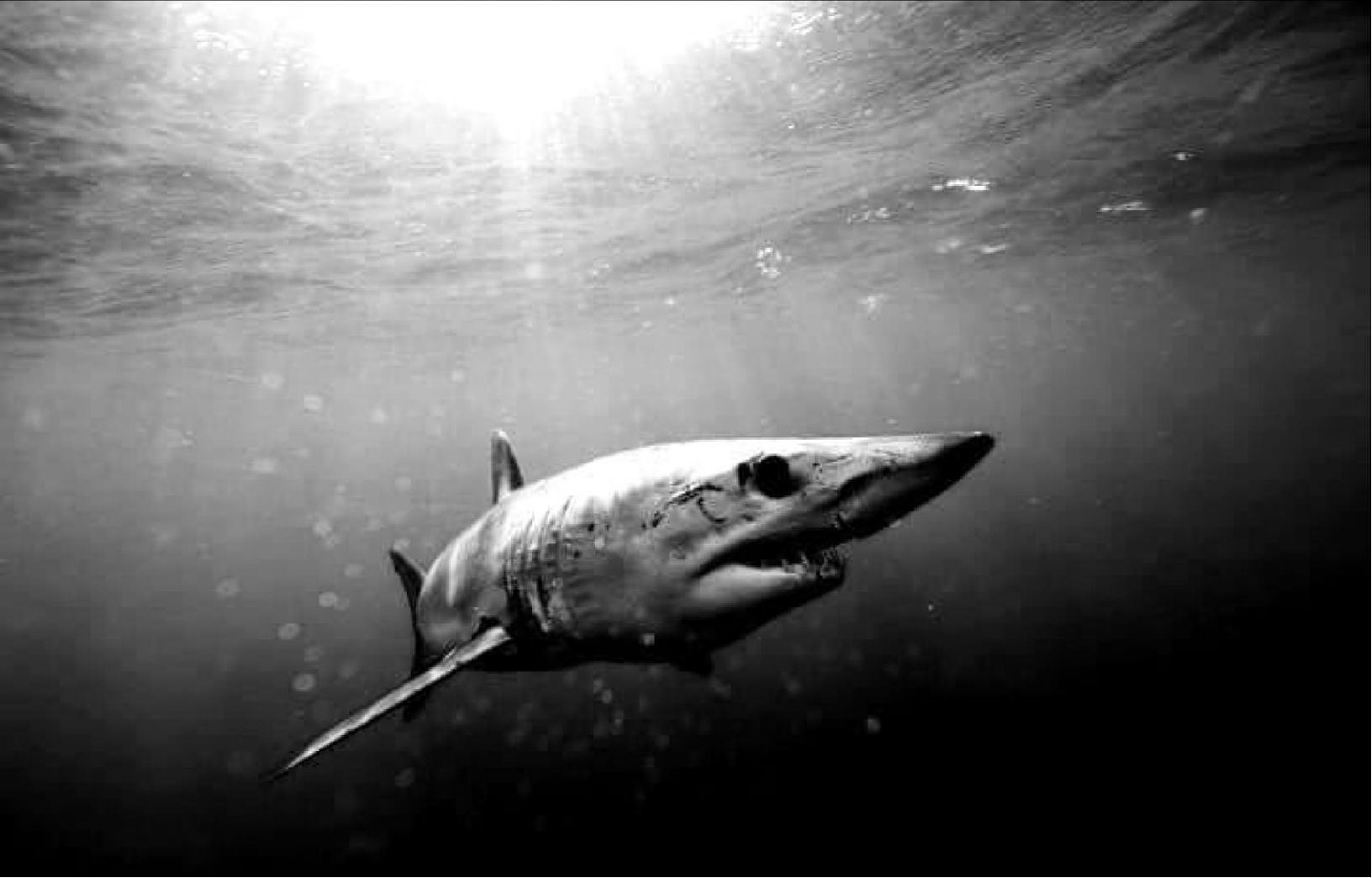
PRESENTA:
HEDER MÁRQUEZ GARCÍA



DIRECTOR:
Dr. Felipe Galván Magaña
Codirectora:
M. en C. María del Rosario Simental Anguiano

Diciembre de 2018





AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de Ecología de peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) por el apoyo académico, como también a todos los buenos amigos con los que conviví durante el transcurso de mi servicio y tesis en estas hermosas instalaciones haciendo más divertida y placentera mi estancia en La Paz.

A la Facultad de ciencias biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por enseñarme los principios de la biología y por la excelente formación académica.

A mi director el Dr. Felipe Galván Magaña por aceptarme en su equipo de trabajo quien me guió y apoyó en parte de mi estancia y hacer a que me gustaran más los elasmobranquios y enseñarme nuevas cosas sobre estos, por esas fiestas en casa y aquellos momentos que nunca olvidaré. Muchas gracias por todo Doc. Galván es un honor haber trabajado con usted en su laboratorio y salidas de campo, nadie como usted!

A la M.C. María del Rosario Simental Anguiano “Chayo” por haberme enseñado lo estadístico que lleva toda una tesis sobre ecología trófica, huy esas tardes también para identificar peces y crustáceos junto con Erik que también se encontraba en la misma situación que yo y no saber si es una especie u otra o en qué proporción de llenado se encontraba cada estómago o en qué estado de digestión se encontraba cada presa, muchas gracias por apoyarme en esta etapa.

Al Dr. Mauricio Hoyos Padilla por haber tenido esa charla conmigo antes de irme a CICIMAR hacer mi servicio y decirme con que Doctor iba a facilitar más mi aprendizaje sobre el mundo de los elasmobranquios, que en este caso fue con el Dr. Galván. Y gracias por esos consejos que me dio durante mi servicio y tesis que al final me sirvieron mucho. Muchas gracias Doctor Mau.

Al Dr. Ricardo Enrique Caicedo Rivas por ser uno de mis revisores de tesis y fuera de lo académico ser un excelente amigo gracias por todo Doc.

Al Dr. José Lino Zumaquero Ríos por ayudarme en lo escrito de esta tesis y por sus buenos consejos y ser uno de mis revisores estoy muy agradecido.

A la Dra. Adriana Martínez Guevara por tomarse el tiempo de leer mi tesis y hacerme comentarios que hacían falta a esta tesis muchísimas gracias.

A Fabián por esas buenas charlas y consejos que me diste durante las horas fuera del laboratorio acompañados de un cigarrillo y esos momentos de risa durante la salida a Bahía Tortugas y

muchas gracias por esa ayuda que me diste al ir por mí y llevarme al aeropuerto, eres un excelente amigo.

A todos aquellos que durante el tiempo en mi servicio en CICIMAR convivieron conmigo (Alex “vasco”, Marc, Colombo, Morgan, Marion, Elena, Elisa Ana Hacohe, Daniela “Hanny” Abel) muchas gracias por ser unos excelentes compañeros de trabajo y fuera de también.

A Lalo que a pesar de nuestras indiferencias eras muy buen amigo, gracias por los consejos que me diste y por esa forma de trabajar en el campo te lo agradezco mucho.

A “Bernardo” Chato que eres una excelente persona dentro y fuera del laboratorio, muchas gracias por ayudarme a identificar esos peces, sin tu ayuda hubiera tardado más en identificar.

Al Dr. Fernando Elorriaga por sus pláticas de isótopos durante mi servicio y sus salidas hacer conteo poblacional de lobos marinos en Isla Espíritu Santo que fue mi primer acercamiento con esos especímenes, muchas gracias por esos momentos que nunca borraré de mi mente.

Al Dr. Xchel Moreno por esos consejos en el laboratorio y fuera de él.

A la Dra. Casandra Gálvez “Guera” por haber hecho a que no solo me gusten los elasmobranchios sino también los mamíferos marinos y esos ratos de risa en el laboratorio y esas fiestas que cada vez que decías algo no paraba de reír que claro eres una excelente amiga. Gracias por esos momentos divertidos.

A Sury que, aunque no te conocí durante mis clases en la universidad eres una excelente amiga, hiciste que mi estancia en La Paz fuera menos complicada y gracias por muchos consejos que me diste.

A aquellos que durante el transcurso de mi tesis convivieron conmigo (Maxine, Julia Ferretto, Tania, Silvia, Marine, Eric, Juan, Pablo, Quetzal, Juanita, Kenia, Nallely) gracias por todo durante mi estancia en La Paz.

A Abel Trejo por darme la oportunidad de ir a sus prácticas de marcaje de tiburones neonatos para así poder aprender más sobre estos, gracias.

A todos Aquellos que durante mis cursos de optativas de Buceo y Ecología Marina en la UABCS convivieron conmigo:

Carlos, ese mi buen Carlitos gracias por esos momentos de ir a echar la party en la playita e ir de pesca haciendo apnea y darme consejos de como aguantar más dentro el agua e ir de pesca de noche haciendo apnea y esos momentos de ir a las clases prácticas de buceo y las teóricas ni

se diga con esos argentinos “Kevin y Marcos” echando un buen Mate. Sin ustedes no hubiera sido padre estar en el maravilloso Mar de Cortés.

A Oli Sarmiento por esos buenos momentos en las practicas del curso de buceo y darnos consejos de la uni y esas tardes de estudio para examen teórico de buceo. Estés donde estés muchas gracias.

Al “Estimado” Ing. Martín por haberme dado hospedaje en su casa y ayudado en muchas cosas allá en La Paz y esos días de fiesta nunca los olvidaré. Muchísimas gracias.

A Penélope Berumen, aunque estuvimos en la misma universidad no convivimos mucho pero esos momentos al estar también por La Paz fue divertido el convivir ese poco tiempo contigo, gracias “Peni”.

A todos aquellos compañeros y amigos en mi etapa de clases en la universidad:

El buen Emmanuel aunque al principio no me caías bien al final fuiste siendo uno de mis mejores amigos, por ser sincero y decir las cosas como deben de ser y cualquier problema que tenía ahí estabas, amigos como tú muy pocos y gracias por estar en esta parte de mi vida y que así siga.

A Israel por aquellos tiempos de estar ahí fuera de la facultad esperando clase mientras fumándonos un cigarrillo y aquellos momentos de fiesta, fue muy divertido. Gracias Isra.

A Gonzálo por esos buenos momentos y consejos durante el poco tiempo que te conocí y esos días de ir a echar el chapuzón a la piscina gracias señor salsero colombiano.

Y Aquellos compañeros y amigos que durante mi vida como estudiante universitario estuvieron ahí (Jonathan, Paco, Esteban, Cesar, Luis Miguel, Edwin, Rulo, Robert, Rodrigo, Adela, Sandra, Héctor, Iván, Seci) Muchísimas gracias por ser parte de todo esto.

Y por supuesto los Pescadores del campo pesquero de Punta Lobos, ya que por ellos se hizo este trabajo. Muchas gracias.

A mi buen Amigo Alfredo que mas que un amigo eres un hermano para mí por esos momentos que hemos tenido juntos, aunque ya no estamos cerca, pero nos seguimos comunicando, muchas gracias hermano.

A mi hermano Juan Roberto por ayudarme y aconsejarme durante mi carrera universitaria y estar ahí cuando me fui hacer mi servicio y tesis, que casi todos los días te comunicabas conmigo para saber cómo estaba, si algo me hacía falta. Muchísimas gracias hermano, te quiero mucho.

Y sobre todo a mis Padres, Carolina y Roberto por haber estado ahí para todo lo que necesitaba y haberme educado y aconsejado en muchas cosas. Padre muchas gracias haberme enseñado lo que es estar y lo padre que es el mar gracias. Mamá gracias por haberme enseñado a lo que es estar solo y preocuparte por mi todos los días y esas noches en las que me llamabas y platicábamos de muchas cosas eres una excelente madre. Gracias papás los quiero mucho.

DEDICATORIA

A mí mamá, papá y hermano por ser los principales guías que me han llevado hasta donde ahora estoy

Todos ustedes nunca me han dejado solo, siempre estuvieron allí para todo, son la base de mis valores gracias por estar conmigo y que esta tesis sea uno de varios logros que me proponga y ha seguir adelante con la cara en alto.

“Lo hicimos”

Un científico al fin y al cabo es un hombre curioso, mirando por una cerradura, la cerradura de la naturaleza, intentando descubrir lo que está pasando. Si los océanos de nuestra Tierra murieran -esto es, sí, de algún modo, la vida de pronto desapareciera-, sería la más formidable, pero también la más definitiva, de las catástrofes en la Historia atormentada del hombre y de los demás animales que con él comparten este planeta. Al que le guste sumergirse dentro esas hermosas aguas, habrá experimentado esa impresionante sensación de paz, serenidad y tranquilidad que se observa. Allí abajo no hay guerras, no hay discusiones ni problemas, ni tampoco preocupaciones, El mar, una vez que te hechiza, te engancha en su maravillosa red para toda la eternidad.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	5

3. JUSTIFICACIÓN	10
4. HIPÓTESIS	10
5. OBJETIVOS	11
5.1. Objetivo General	11
5.2. Objetivos Particulares	11
6. MATERIALES Y MÉTODOS	12
6.1. Trabajo en campo	12
6.1.1. Área de estudio	12
6.2. Trabajo en laboratorio	14
6.2.1. Análisis estadístico	16
6.2.1.1. Curvas de acumulación de especies presas	16
6.2.1.2. Análisis cuantitativos	17
6.2.1.3. Método numérico	17
6.2.1.4. Método gravimétrico	18
6.2.1.5. Método de frecuencia de aparición.....	18
6.2.1.6. Índice de importancia relativa	19
6.3. Índices ecológicos	20
6.3.1.1. Amplitud de dieta (Índice de Levin)	20
6.3.1.2. Índice de Shannon	21
6.3.1.3. Índice de similitud.....	22
6.3.1.4. Índice de similitud porcentual	23
7. RESULTADOS	25
7.1. Composición cuantitativa de la dieta	27
1.1. Índices ecológicos	44
7.1.1. Amplitud de dieta (índice de Levin)	44
7.1.2. Nivel Trófico	47
8. DISCUSIÓN	48
8.1. Dieta entre sexos	52
8.2. Indices ecológicos	53
8.2.1. Índice de Levin y Shannon.....	53
8.2.2. Traslape trófico	53
8.2.3. Nivel trófico.....	54
9. CONCLUSIONES	55
10. BIBLIOGRAFÍA	57

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1. Características morfológicas del tiburón <i>Isurus oxyrinchus</i>	2
Figura 2. Distribución geográfica del tiburón <i>Isurus oxyrinchus</i> (Tomado de compagno, 2001).....	3
Figura 3. Ubicación del área de estudio.....	10
Figura 4. Longitud total (cm) para machos y hembras de <i>Isurus oxyrinchus</i> muestreados en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur.....	21
Figura 5. Porcentaje de estómagos con alimento y sin alimento de <i>Isurus oxyrinchus</i> en el campo pesquero Punta Lobos, Baja California Sur.....	22
Figura 6. Porcentaje de llenado de los 51 estómagos revisados de <i>Isurus oxyrinchus</i> por categorías de llenado.....	23
Figura 7. Número de especies presa en cada una de las categorías de estados de digestión para tiburón <i>Isurus oxyrinchus</i>	24
Figura 8. Especies presa más abundantes en los contenidos estomacales examinados de <i>Isurus oxyrinchus</i>	25
Figura 9. Curva acumulada de especies presa para <i>Isurus oxyrinchus</i> . (Línea continua = Coeficiente de variación “C.V.”; Línea punteada = valores de diversidad de	



Shannon).....26

Figura 10. Curva acumulada de especies presa en estómagos de machos de *Isurus oxyrinchus*.

(Línea continua = Coeficiente de variación “C.V.”; Línea punteada = valores de diversidad de

Shannon).....27

Figura 11. Curva acumulada de especies presa en estómagos de hembras de tiburón *Isurus*

oxyrinchus. (Línea continua = Coeficiente de variación “C.V.”; Línea punteada = valores de

diversidad de Shannon).....27

Figura 12. Curva acumulada de especies presa en estómagos de juveniles de *Isurus oxyrinchus*.

(Línea continua = Coeficiente de variación “C.V.”; Línea punteada = valores de diversidad de

Shannon).....28

Figura 13. Espectro trófico general de *Isurus oxyrinchus*, expresado en valores porcentuales de los

métodos de frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1.

Caulolatilus princeps, 2. *Scomber japonicus*, 3. *Balistes polylepis*, 4. *Caranx caballus*, 5.

Mastigoteuthis dentata, 6. *Fistularia commersonii*.....29

Figura 14. Espectro trófico en machos, expresado en valores porcentuales de los métodos de

frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1. *Scomber*

japonicus, 2. *Balistes polylepis*, 3. *Caranx caballus*, 4. *Caranx otrynter*, 5. *Caulolatilus princeps*,

6. *Fistularia commersonii*.....32

Figura 15. Espectro trófico en hembras, expresado en valores porcentuales de los métodos de

frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1. *Caulolatilus*

princeps, 2. *Caranx caballus*, 3. *Coryphaena hippurus*, 4. *Mastigoteuthis dentata*, 5. *Balistes*



polylepis, 6. *Caulolatilus affinis*.....35

Figura 16. Espectro trófico de tiburones *Isurus oxyrinchus* juveniles, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1. *Caulolatilus princeps*, 2. *Scomber japonicus*, 3. *Balistes polylepis*, 4. *Caranx caballus*, 5. *Mastigoteuthis dentata*, 6. *Fistularia commersonii*.....38

Figura 17. Gráfica de ANOSIM donde se compara la riqueza específica contra la abundancia (R, línea negra) de machos y hembras de tiburón *Isurus oxyrinchus*, obtenida con el programa PRIMER 7.....42

RELACIÓN DE TABLAS



Tabla 1. Proporción de llenado de los estómagos según Stilwell y Kohler (1982).....11

Tabla 2. Estado de digestión de las especies presa (Galván – Magaña, 1999 y Torres – Rojas, 2006).....12

Tabla 3. Categorías de presas usadas para calcular la composición de las dietas y niveles tróficos de los elasmobranquios (Cortés, (1999).....20

Tabla 4. Espectro trófico general de tiburón *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa (%IIR).....30

Tabla 5. Espectro trófico de tiburones machos de *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa (%IIR).....33

Tabla 6. Espectro trófico de tiburones hembras de *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa (%IIR).....36

Tabla 7. Espectro trófico de tiburones juveniles de *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa



(%IIR).....38

Tabla 8. Tabla de índice de Levin (Bi) por categorías de *Isurus oxyrinchus* para Punta Lobos, Baja California Sur, México.....40

Tabla 9. Índice de Shannon por categorías de *Isurus oxyrinchus* para Punta Lobos, Baja California Sur, México.....41

Tabla 10. Valores de disimilitud de especies presa en la dieta de *Isurus oxyrinchus* comparando machos y hembras para representar el 95% de la dieta en conjunto.....42

RESUMEN



Existe una gran preocupación por el estado de los elasmobranquios alrededor del mundo, debido a que se ha registrado una disminución de sus capturas causado por la sobrepesca, tanto de organismos adultos, como juveniles. Los tiburones *Isurus oxyrinchus*, llamados “Mako”, esta especie tiende alimentarse de peces en cardúmenes y cefalópodos, en cuanto a los grandes especímenes, pueden alimentarse de grandes presas como atunes y peces espada. Estudios sobre el mako muestran que dependiendo del estado de madurez pueden ser organismos tanto generalistas como especialistas. Los hábitos alimentarios, estudiados a partir de contenidos estomacales contribuyen al conocimiento de los aspectos bio-ecológicos en los ecosistemas, ya que permiten conocer aspectos tróficos que incluyen: estimar el consumo de alimento y biomasa de diferentes especies o grupos de especies presa, cuantificar las relaciones depredador-presa, analizar los flujos entre los elementos del ecosistema y evaluar el impacto de especies presa en la estructura comunitaria, cuya información apoya el manejo integrado de ecosistemas marinos. Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar los hábitos alimentarios y el nivel trófico, mediante el análisis del contenido estomacal. Se colectaron 51 organismos de *Isurus oxyrinchus* en los meses de febrero a mayo de 2014 y de noviembre de 2014 a febrero de 2015 en Punta Lobos. De acuerdo con el Índice de Importancia Relativa (% IIR), el pez óseo *Caulolatilus princeps* (% IIR = 14.28), fue la especie más abundante en la dieta, seguido por *Scomber japonicus* (% IIR = 11.42), *Balistes polylepis* (% IIR = 9.52). Para la amplitud de dieta se observaron valores de ($B_i = 0.48$), indicándonos que *I. oxyrinchus* tiene una conducta especialista. Mientras que para el Índice de Shannon mostró un valor de diversidad alto ($H' = 2.92$), aun siendo un depredador de carácter especialista. En el traslape de dietas se utilizó el Índice de SIMPER para la comparación entre machos y hembras y se observó que presentan un alto índice de disimilitud = 91.20%, mientras que en ANOSIM se encontró un traslape bajo ($R = -0.003$), esto permite mencionar que machos y



hembras comparten un bajo porcentaje de especies presa. En conclusión se encontró que el nivel trófico de *Isurus oxyrinchus* presentó una posición trófica de 4.96; indicando que la dieta de este depredador lo posiciona en un cuarto nivel de la cadena trófica de su ecosistema encontrándolo dentro de los depredadores tope de su hábitat, siendo un depredador terciario.



1. INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios son considerados como recursos importantes desde el punto de vista económico, encontrándose entre los primeros lugares de las pesquerías en México (CONAPESCA-INP, 2004), siendo el estado de Baja California Sur uno de los lugares con mayor tradición en la pesca de tiburones, debido a que tiene una larga línea de costa y sus aguas oceánicas son profundas; también, parte de sus costas componen un área de transición entre la zona templada y tropical, lo que hace que se registre una inmensa diversidad y abundancia de elasmobranquios (Hernández-Aguilar, 2008).

Los elasmobranquios se encuentran clasificados en quimeras, mantas, rayas, y por supuesto tiburones (Compagno, 1984). Los tiburones, desde el punto de vista ecológico, se encuentran catalogados, por lo general, como depredadores tope en los ecosistemas marinos, por lo que son considerados como organismos que pudieran mantener el equilibrio dentro de un ecosistema (Castillo *et al.*, 1998; Cortés, 1999).

De manera general, los Selachii se caracterizan por presentar una estrategia de vida tipo “*k*”, la cual consiste en un crecimiento lento, por lo tanto, la madurez sexual es tardía, presentar ciclos reproductivos muy largos, además de una tasa de fecundidad muy baja (Romeu, 2001).

Con respecto a su distribución, es conocido que los adultos de muchas especies de tiburones se encuentran a menudo en aguas poco profundas dulces o salobres y en zonas costeras con abundantes especies de alimentos donde pueden reproducirse y ocuparse de sus crías



estacionalmente, normalmente en primavera y verano, y en donde los ejemplares jóvenes están menos expuestos a los depredadores (Aguilar *et al.*, 2005).

Con respecto a la familia Lamnidae, del orden de los Lamniformes, se encuentra conformada por cinco especies de tiburones (Compagno *et al.*, 2005), dentro de la cual se encuentra el género *Isurus* con las especies *I. paucus* Guitart, 1966 e *I. oxyrinchus* Rafinesque, 1810, esta última especie conocida comúnmente como mako y la cual es la más abundante (Compagno, 1984; Compagno *et al.*, 1995; Compagno, 2001; Compagno *et al.*, 2005; Nelson, 2006; Ebert y Stehmann, 2013).

El tiburón *I. oxyrinchus* tiene un cuerpo esbelto y fusiforme, con presencia de quillas en el pedúnculo caudal, un hocico cónico y puntiagudo, ojos grandes y dientes con cúspides curvadas y sin cúspides laterales, posee cinco hendiduras branquiales alargadas que hacen eficiente el intercambio gaseoso y sus aletas son considerablemente más cortas que la cabeza (Fig.1) (Velasco – Tarelo, 2005).



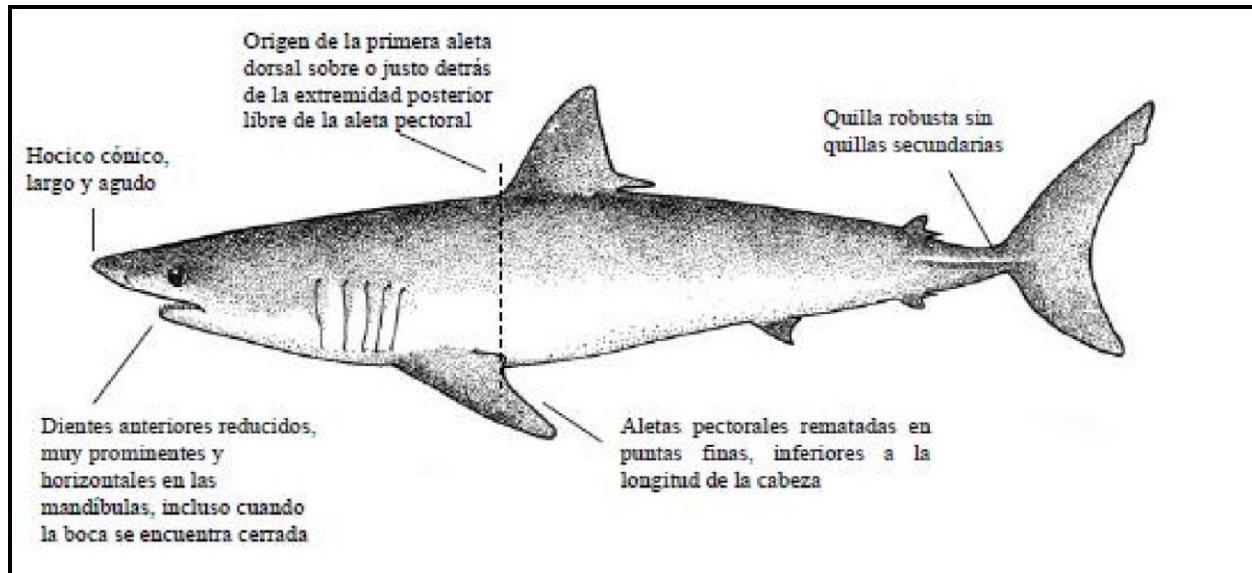


Figura.1 Características morfológicas del Tiburón *Isurus oxyrinchus* (Tomado de A. López, Tokio, 2010)

Isurus oxyrinchus es uno de los elasmobranquios depredadores más comunes de los océanos del mundo el cual habita en zonas tropicales y templadas, en las zonas epipelágicas y mesopelágicas, hasta los 150 m de profundidad (Moreno, 2004). Son considerados como organismos veloces y activos que pueden recorrer hasta 60 Km/h; son endotérmicos cuya temperatura corporal se ha registrado por arriba de los 7 – 10 °C con respecto a la temperatura del agua de mar y presentan una distribución circumtropical (Fig. 2), sin embargo son más abundantes en aguas templadas por debajo de los 16 °C (Carey y Teal, 1968; Applegate, 1977; Stevens, 1983; Heist, *et al.*, 1996; Compagno, 2001).



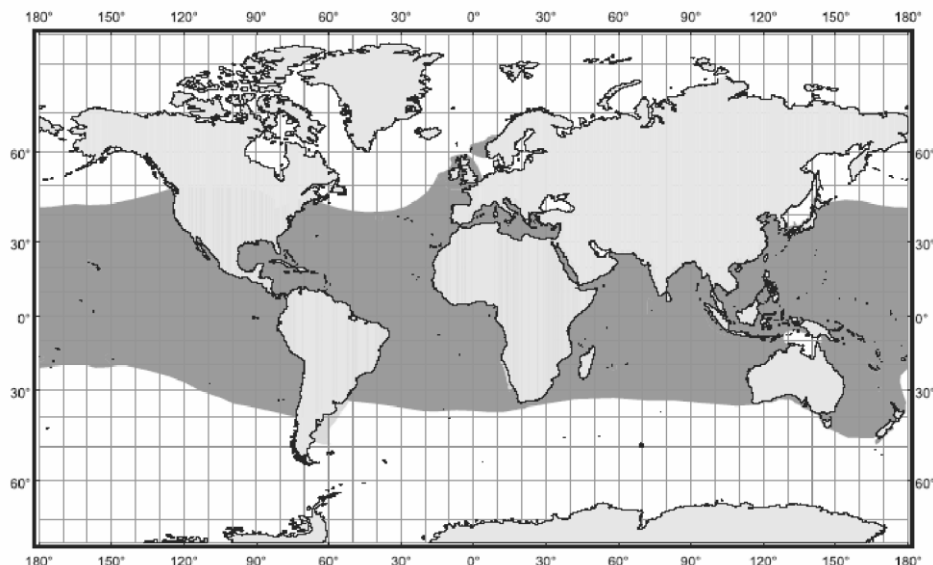


Figura 2. Distribución geográfica del tiburón *Isurus oxyrinchus* (Tomado de Compagno, 2001)

Esta especie se encuentra en el nivel superior de la cadena alimentaria. Estos organismos tienden a alimentarse de peces en cardúmenes como la anchoveta y cefalópodos, siendo la anchoveta el principal alimento cerca de la costa, mientras que en aguas oceánicas los cefalópodos adquieren mayor importancia. El consumo y dieta puede ser la misma para ambos sexos, y se ha registrado que los especímenes más grandes pueden alimentarse de presas mayores como atunes y peces espada (Stillwell and Kohler, 1982), especies que son dos de las más importantes en la pesca comercial y deportiva. Debido a esto, *I. oxyrinchus* es capturado incidentalmente en la pesquería de pez espada y atún (Mollet *et al.*, 2000).

Los hábitos alimentarios, estudiados a partir de contenidos estomacales contribuyen al conocimiento de los aspectos bio-ecológicos en los ecosistemas (Escobar, 2004), ya que permiten estimar aspectos tróficos como: el consumo de alimento y biomasa de diferentes especies o grupos de especies presa, cuantificar las relaciones depredador-presa, analizar los flujos entre los



elementos del ecosistema y evaluar el impacto de especies presa en la estructura comunitaria, cuya información apoya el manejo integrado de ecosistemas marinos (Pauly *et al.*, 1998), y su estrategia trófica como un animal generalista o especialista (Torres-Rojas, 2008).

Considerando todo lo anterior, el propósito de este trabajo es aportar información sobre las características alimentarias del tiburón mako *Isurus oxyrinchus*, mediante el análisis de los contenidos estomacales e identificando las especies presa que este ha consumido en la costa occidental de Baja California Sur, durante los meses de febrero a mayo del 2014 y de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

2. ANTECEDENTES

La dieta del tiburón mako *I. oxyrinchus* ha sido investigada en las últimas décadas. Stillwell y Kohler (1982) realizaron un estudio en el atlántico norte, donde examinaron 399 organismos de mako, los cuales presentaban un intervalo de tallas de 67 a 328 cm. En este estudio se señaló que los peces óseos se encontraron en un 67% de los estómagos, de los cuales, el pez *Pomatomus saltarix* (anjova) obtuvo el 77.5% del volumen de la dieta, mientras que los cefalópodos se registraron con un 15%.

Con este espectro trófico se obtuvieron diferencias y selección de alimento, donde los ejemplares que se capturaron cercanos a la costa (prof. < 90 m), se alimentaron de *P. saltarix*, y los tiburones capturados en aguas más oceánicas (prof. > 90 m), mostraron que su dieta estaba compuesta por cefalópodos, principalmente.



También estos autores concluyeron que hubo diferencias estacionales debido a la disposición o no de la presa en el ambiente, y entre juveniles y adultos, señalando que tal diferencia es debido al tamaño de la presa, el cual mientras más grande sea la presa, mayor es el organismo.

Cortés (1999) por su parte, hace un estudio de los niveles tróficos de diferentes especies de tiburones mediante la caracterización de dieta procedente de registros de diversas capturas a nivel mundial. Determinó que el tiburón *I. oxyrinchus* presenta un nivel trófico alto, correspondiente al nivel IV. No obstante, el autor menciona que hace falta información sobre la composición específica de su dieta en áreas determinadas, lo que permitirá describir su interacción trófica en la comunidad.

Vaske-Junior y Rincón-Filho (1998) realizaron una investigación en el sur de Brasil sobre el tiburón azul (*Prionace glauca*) y el tiburón mako (*I. oxyrinchus*), en donde se representó una lista taxonómica de 31 taxones presa identificados, siendo 25 a nivel de género y 17 a nivel de especie. Determinaron que *I. oxyrinchus* tiene un hábito ictiófago, con predominio de los teleósteos *Bramma brama* (Bonnaterre, 1788) y *Lepidocybium flavobrunneum* (Smith, 1843).

Maia Anabela *et al.* (2006) llevaron a cabo una investigación en las costas de Portugal, donde muestrearon un total de 12 estómagos de *I. oxyrinchus*, *determinaron* que el principal componente en la dieta del tiburón son los peces teleósteos, cuya presencia se registró en el 87% de los estómagos y que representan más del 90% del contenido en peso. Los crustáceos y cefalópodos también fueron relativamente importantes en la dieta de esta especie, Finalmente, los autores establecen que el tiburón mako es una especie generalista.



Erazo (2006) realizó el estudio sobre los hábitos alimentarios de esta especie en el Pto. Santa Rosa, Ecuador, y cuyo trabajo estableció que el espectro trófico estuvo constituido por 25 presas, de las cuales las más importantes fueron: *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835), *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1930), *Hemiramphidae* (Gill, 1859) y *Auxis spp.* (Cuvier, 1829). El autor determina en sus resultados que *I. oxyrinchus* es un tiburón especialista, debido a que su mayor consumo estuvo dirigido a pocas presas. El traslape trófico fue alto entre sexos, también se observó traslape en tallas de tiburones hembras, debido a que se alimentan de las mismas especies presas, lo cual no se registró entre las tallas de tiburones machos.

Por otro lado, Mucientes-Sandoval y colaboradores (2008), analizaron 396 contenidos estomacales de *I. oxyrinchus*, los cuales presentaban tallas entre los 63 y los 316 cm de longitud total. El análisis se realizó en aguas internacionales del Pacífico Sur Central, donde las presas más consumidas resultaron ser, por orden descendente, invertebrados de la clase Cephalopoda, las potas *Illex coindetii* (Vérany, 1837), peces pelágicos no túnidos (e.g. *Alepisaurus ferox* (Lowe, 1833), *Gempilus sarpens* Cuvier, 1829, *Brama spp.* Bloch & J. G. Schneider, 1801, *Trachurus spp.* Rafinesque, 1810, *Cubiceps spp.* (Lowe, 1843), *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, *Tetrapturus spp.* Rafinesque, 1810, Diodontidae), peces pelágicos túnidos (*Acantocibium solandri* (Cuvier, 1832), *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788), *Thunnus spp.* South, 1845), otros invertebrados (crustáceos pelágicos, cnidarios), peces demersales (*Tetragonurus cuvieri* Risso, 1810, *Euprotomicrus bispinatus* (Quoy & Gaimard, 1824) y restos de varios cetáceos, incluyendo delfínidos. También encontraron material de origen antropogénico en los contenidos. Los autores observaron un ligero cambio en la selección de presas con respecto a la talla de los individuos.



López *et al.* (2009) en un trabajo efectuado en aguas chilenas encontraron que los peces óseos fueron la principal presa en la dieta de *I. oxyrinchus*, seguida por los cefalópodos. Asimismo, no se presentaron diferencias alimentarias entre sexos, pero sí se evidenciaron variaciones espacio-temporales. Este estudio estableció que el tiburón mako era una especie generalista.

Murillo-Ramos (2012), en un estudio realizado en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa, Salinas, Ecuador, reportó que el espectro trófico de *I. oxyrinchus*, estuvo representado por 23 tipos presas, de las cuales las más importantes fueron las especies *Dosidicus gigas*, *Auxis thazard* (Lacepede, 1800) e *Histioteuthis dofleini* (Pfeffer, 1912).

Gorni *et al.* (2012) obtuvieron muestras de *I. oxyrinchus* durante mareas de pesca realizadas por la flota palangrera de Santos y Guarujá, Estado de São Paulo, Brasil, desde julio de 2007 hasta julio de 2008. Al realizar los cálculos, se halló que la categoría alimentaria más importante eran los peces teleósteos, con una moda posterior de 0.68 (*PM* por sus siglas en inglés), seguidos por los moluscos cefalópodos ($PM = 0.12$). Los crustáceos y otros productos fueron responsables de una moda posterior inferior a 0.1; lo que indica la escasa importancia de éstos en la dieta del *I. oxyrinchus*.

Velasco - Tarelo (2005) realizó un trabajo en Baja California Sur, en donde se determinaron 31 especies presas, de éstas, los peces constituyeron el 72%. De acuerdo al Índice de importancia relativa (%IIR), la presa más importante fue *Prionotus albirostris* Jordan & Bollman, 1890 con un IIR de 65%; seguido por los cefalópodos, donde la especie *Dosidicus gigas* presentó un IIR de 23%



y *Ancistrocheirus lesueuri* (d'Orbigny, 1842) con un 4%, además de un 1% de crustáceos. También clasificó a *I. oxyrinchus* como un depredador selectivo

($B_i=2.7$). Además, en el análisis por sexos se registraron presas similares ($C\lambda=0.99$). Sin embargo, se estableció que los machos registraron una dieta menos selectiva ($B_i=3.4$). Con respecto al análisis por sexos, el autor no registró diferencias en cuanto a las presas consumidas.

Finalmente, Galindo-Rosado (2011) realizó un estudio con *I. oxyrinchus*, analizando 269 estómagos de este organismo en la costa occidental de Baja California Sur, esto con la intención de evaluar su papel funcional trófico, así como sus posibles variaciones a nivel intraespecífico en tiempo y espacio. Con relación a su alimentación se observó una dieta heterogénea. El autor reafirma que *I. oxyrinchus* presenta una estrategia de alimentación de tipo generalista y oportunista, y también menciona que presenta una posición trófica alta, siendo ésta una característica de un depredador tope.

Los estudios anteriormente mencionados han indicado que los teleósteos y cefalópodos son las presas dominantes en la dieta de los tiburones *I. oxyrinchus* a nivel mundial.



3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el aumento de la pesca de tiburón se debe a dos factores fundamentales: uno es la disminución de las poblaciones de peces de importancia comercial y el incremento en el consumo de aletas y carne de tiburón a nivel mundial (LamillaGómez, 2005). Dichos organismos juegan un papel muy importante a la hora de consumir y retirar del ecosistema a los individuos débiles o enfermos, contribuyendo de esa forma a mantener la salud del ecosistema (Sommer 2004).

El tiburón *I. oxyrinchus* es considerado un recurso vulnerable debido a su baja fecundidad y lento crecimiento, lo que los hace susceptibles a la explotación; por lo que la recuperación de su población tiende a ser lenta (Stevens *et al.*, 2000). Al ser un depredador tope, un cambio en el tamaño de su población (abundancia), en la distribución o en su ciclo de vida puede afectar las comunidades marinas (Cortés, 1999; Stevens *et al.*, 2000).

Al conocer los hábitos alimentarios de esta especie se pretende aportar información acerca de su biología básica y nos permite conocer el papel que juega en el intercambio de energía en los diferentes niveles dentro del ecosistema marino.

Dentro de este contexto, el presente trabajo permitirá aportar información sobre los hábitos alimentarios del tiburón *I. oxyrinchus*, reconocer la relación trófica entre este depredador y su presa, lo que permitirá establecer así las relaciones tróficas y la importancia que tiene cada individuo dentro de su población.

4. HIPÓTESIS



El tiburón *I. oxyrinchus* es una especie pelágica que habita en aguas templado-cálidas y tropicales, tanto oceánicas como costeras; es altamente depredadora llegando a alimentarse principalmente de peces que forman cardúmenes, calamares y hasta pequeños cetáceos marinos, por lo tanto, se espera que presente hábitos alimentarios generalistas.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

- Determinar los hábitos alimentarios del tiburón *I. oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, ubicado en la costa occidental de Baja California Sur.

5.2. Objetivos Particulares

- Determinar la composición específica de la dieta del tiburón *I. oxyrinchus* en Punta Lobos, Baja California Sur.
- Establecer la amplitud del espectro trófico del tiburón *I. oxyrinchus*.
- Determinar si existe el traslape trófico entre categorías (machos y hembras; juveniles y adultos)
- Determinar la posición trófica del tiburón *I. oxyrinchus*.



6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Trabajo en campo

6.1.1. Área de estudio

El campo pesquero de Punta Lobos (PL) se encuentra ubicado en la costa occidental del estado de Baja California Sur, México, en los 23° 24' 27'' Latitud Norte y 110° 13' 58'' Longitud Oeste (Fig.3). La localidad de PL se caracteriza por tener aguas frías y de baja salinidad, presentando una temperatura media anual de 18°C y una salinidad de 35 ups (Álvarez - Sánchez, 1977). Punta Lobos se encuentra influenciada principalmente por la corriente de California, que sigue su dirección paralela a la costa, tiene su origen en los 40° N y se extiende hasta los 1,000 km de distancia de la costa. Esta corriente se presenta a profundidades de 100 y 300 m, siendo más intensa durante la primera mitad del año (Álvarez-Arellano, 1987). Es una zona que se encuentra caracterizada por un impacto biológico significativo en las poblaciones, debido a la alta productividad por el afloramiento de plancton (Álvarez-Arellano, 1987; Franks, 1992; Torres-Orozco, 1993).



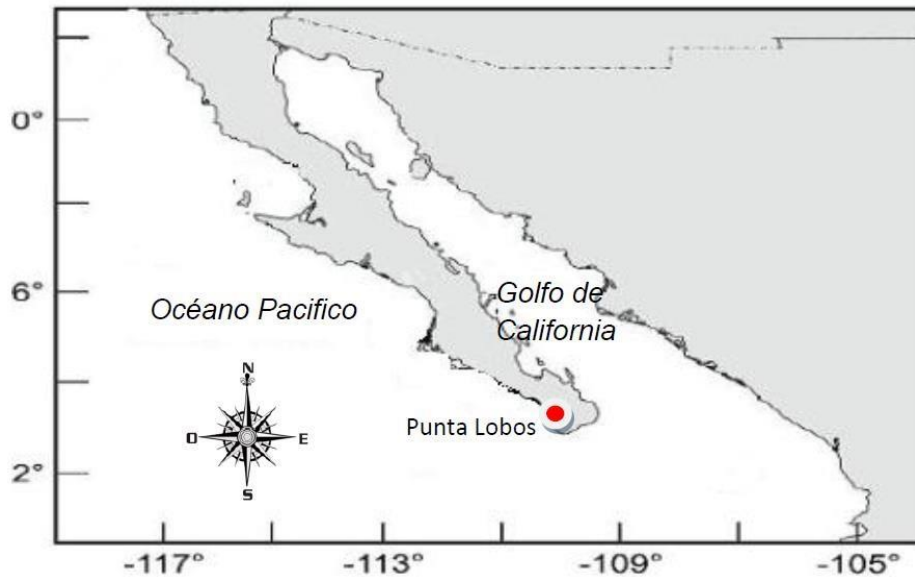


Figura. 3 Ubicación del área de estudio.

Con respecto al trabajo de campo, los muestreos para la obtención de contenidos estomacales de ejemplares de tiburón mako *I. oxyrinchus* se realizaron de febrero a mayo de 2014 y de noviembre de 2014 a febrero de 2015.

A cada organismo, los cuales eran capturados por los pescadores locales, se le registró el sexo y la longitud total (LT). Posteriormente, se les hizo una incisión ventral para tener acceso a la cavidad corporal, se les extrajo el estómago por completo y una vez fuera, este se presionó hacia abajo para que todo el contenido se acumulara en el fondo del estómago y de esta forma poder calcular el porcentaje de llenado, de acuerdo a la propuesta de Stilwell y Kohler (1982) (Tabla 1).

Tabla 1. Proporción de llenado de los estómagos según Stilwell y Kohler (1982)



Categoría	Porcentaje de llenado
0	Vacío
1	1 - 25 %
2	26 - 50 %
3	51 - 75 %
4	76 - 100 %



Una vez calculado el porcentaje de llenado, se vació el contenido en una coladera y éste se puso en una bolsa de plástico de 30 x 45 cm con su respectiva etiqueta. Para su conservación, las bolsas se mantuvieron en hielo granulado y posteriormente se trasladaron a los congeladores ($T = -20^{\circ}\text{C}$) del laboratorio de ecología de peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN) ubicado en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México para su posterior análisis en el laboratorio.

6.2. Trabajo en laboratorio

Para el análisis de contenido estomacal de *I. oxyrinchus* se separaron las diferentes presas y se identificaron hasta el menor taxón posible, mediante la ayuda de claves de identificación. Para determinar el estado de digestión de las presas se consideró el protocolo de Galván – Magaña (1999) (Tabla 2).



Tabla 2. Estado de digestión de las especies presas (Galván – Magaña,1999 y Torres – Rojas, 2006).

Valor	Estado de digestión
1	 <p>Fresco (reciente)</p>
2	 <p>Intermedio (Ausencia de piel pero presencia de carne)</p>
3	 <p>Esqueletos de peces o Exoesqueletos de crustáceos</p>
4	 <p>Partes duras (otolitos de peces y mandíbulas de cefalópodos)</p>

Para el caso de los peces, la identificación taxonómica se realizó por medio de la revisión del esqueleto axial y apendicular con ayuda de los trabajos de Clothier (1950), Miller y Jorgensen (1973) y Sánchez-Cota (2013).

Para los conteos vertebrales se utilizaron las claves de Monod (1968).

Para los organismos con nulo o poco grado de digestión se utilizaron las claves de Miller y Lea (1972), Walker y Rosenblatt (1988), Fischer *et al.* (1995) y Thomson *et al.* (2000).

Finalmente, para el análisis de estructuras óseas como los otolitos, se utilizaron los trabajos de García-Godos (2001) y Díaz-Murillo (2006).



Los cefalópodos se identificaron por medio del aparato mandibular comúnmente conocido como “pico”, para lo cual se utilizaron las claves de Wolf (1982; 1984) y Clarke (1962; 1986).

Los crustáceos fueron identificados por medio de los exoesqueletos o bien por la determinación de restos, para ello se utilizaron las claves de Garth y Stephenson (1966), Brusca (1980), Hendrix (1991) y Fisher *et al.* (1995).

6.2.1. Análisis estadístico

6.2.1.1. Curvas de acumulación de especies presas

La curva acumulada de las presas se basó en el hecho del aumento y el tamaño de la muestra, y por tanto la curva alcanza una asíntota, introduciéndose de ahí en adelante nuevos tipos presas solo en raras ocasiones (Hoffman, 1979; Ferry y Cailliet, 1996).

Para establecer si el número de estómagos fueron suficientes para describir la dieta del tiburón *I. oxyrinchus* se utilizó la metodología propuesta por Hoffman (1978), en donde se representa el número acumulado de estómagos agrupados aleatoriamente (eje x), contra el número acumulado de tipos de presas o una medida acumulativa de la diversidad trófica (eje Y). Es así como la asíntota de la curva nos indica que el máximo o mínimo de estómagos analizados son viables para su estudio (Cortés, 1997). Estas curvas se realizaron mediante el programa Estimate'S Win8.20 (Colwell, 2006), para calcular el índice de Shannon, y así se graficó la media, los máximos y mínimos, los cuales, comparados con el número de estómagos analizados, permiten calcular el Coeficiente de Variación (CV), el cual es una



medida de dispersión que sirve para comparar variables que están a distintas escalas, pero relacionadas estadísticamente. Este consiste que a mayor valor de C.V. mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V. mayor homogeneidad en los valores de la variable. Para este trabajo se consideró un valor $CV < 0.05$ el cual fue tomado en cuenta como una homogeneidad considerable en los valores de diversidad, logrando así la asíntota requerida, lo que indica que el número de muestra obtenido es suficiente para describir completamente la dieta del tiburón *I. oxyrinchus*.

6.2.1.2. Análisis cuantitativos

Posterior a la determinación de las presas, se obtuvo total de estas, así como el peso (g), lo que permitió realizar el análisis cuantitativo de los contenidos estomacales para dimensionar la importancia de cada componente alimenticio. Esto se hizo mediante los métodos numérico (N), gravimétrico (G) y mediante la frecuencia de aparición (FA), de acuerdo con Pinkas *et al.* (1971) y Cortés, (1997) los cuales se describen a continuación:

6.2.1.3. Método numérico

Para este análisis se contabilizó el número total de cada especie presa de todos los estómagos y se dividieron entre el número total de presas encontradas, los valores obtenidos fueron expresados en porcentaje (Hyslop, 1980).

$$\%N = \frac{n}{NT} * 100$$



Donde:

$\%N$ = Método numérico n =

Número total n especie presa

NT = Número total de presas encontradas en los estómagos

6.2.1.4. Método gravimétrico

Para este análisis se registró el peso en gramos (g) de las especies presa, cada una se dividió entre el peso total de todas las presas encontradas; los valores obtenidos fueron expresados en porcentajes (Hyslop, 1980).

$$\%G = \frac{g}{GT} * 100$$

Donde:

$\%G$: Método gravimétrico g = Peso

total de las especies presa

GT = Peso total de todas las presas encontradas en los estómagos

6.2.1.5. Método de frecuencia de aparición

Para la obtención del análisis de frecuencia de aparición ($\%FA$), se registró el número de estómagos en los que se encuentra determinada especie presa y se dividió entre el total de estómagos, este índice también se expresó en porcentaje.



$$\%FA = \frac{n}{TE} * 100$$

Donde:

%FA = Método de frecuencia de aparición n = Número de estómagos en los

que se encuentra determinada especie presa TE = Total de estómagos

analizados

6.2.1.6. Índice de importancia relativa

Para conocer la importancia de especie presa en su totalidad, se utilizó el índice de importancia relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et al.* (1971), el cual combina los tres métodos mencionados anteriormente.

$$IRI = (\%G + \%N) \% FA$$

Donde IRI = es el índice de importancia relativa; %G=Método gravimétrico; %N=Método numérico y %FA=Método de frecuencia de aparición (Pinkas *et al.*, 1971; Cailliet *et al.* 1996).

El Índice de Importancia Relativa se aplicó al total de ejemplares de *I. oxyrinchus* que presentaron contenido estomacal (de manera General), por sexos, por juveniles y adultos (tallas establecidas por Conde-Moreno,2005). Esto con el fin de encontrar diferencias en los hábitos alimentarios para cada categoría del tiburón *I. oxyrinchus*.



Al obtener valores muy altos se optó por utilizar la fórmula estandarizada por Cortés, (1997), para disminuir los valores y obtener un resultado expresado en porcentaje; la fórmula es la siguiente:

$$\%IIR_i = \frac{100IIR}{\sum_{i=1}^n IIR_i}$$

Donde:

$\%IIR_i$ = Índice de importancia relativa n

= Número de estómagos

6.3. Índices ecológicos

6.3.1.1. Amplitud de dieta (Índice de Levin)

A fin de conocer la estrategia alimentaria, generalista o especialista del tiburón *I. oxyrinchus* por sexos, en juveniles y adultos, se empleó el Índice de Levin (1968) mediante la fórmula:

$$Bi = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{\sum P_{ij}^2} - 1 \right)$$

Donde:

Bi = índice de Levin para depredador i



P_{ij} = Proporción de la dieta del depredador i que utiliza la presa j n

= número de categorías presa

Los valores resultantes de este índice pueden variar entre 0 y 1; donde los valores menores a 0.6 indican que la dieta está basada en pocas presas, señalando así a un depredador especialista; valores mayores a 0.6 indican que se trata de un depredador generalista.

Este índice fue utilizado en las diferentes categorías: Machos, Hembras, Adultos, Juveniles y General, con el fin de conocer si existe algún tipo de especialización en la alimentación para algún tipo de madurez o entre géneros.

6.3.1.2. Índice de Shannon

Se utilizó el índice de diversidad de Shannon (H') base 2 para conocer la variación en la diversidad de presas entre las especies (Pielou, 1975), utilizando el programa de Excel ® 2013; este índice presenta la probabilidad de volver a encontrar la estructura de las asociaciones (Torres-Rojas, 2008).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i) \ln(P_i)$$



Dónde:

H' = Es el índice de Shannon;

P_i = Proporción de individuos hallados en la especie i-esima

6.3.1.3. Índice de similitud

Se utilizó el índice de similitud, (ANOSIM, por sus siglas en inglés, *ANalysis Of SIMilarities*) de Clarke y Warwick (2001) presente en el programa PRIMER 6, el cual permitió determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en la composición de la dieta a nivel intraespecífica. Se calculó mediante la ecuación:

$$R = \frac{(r_B - r_W)}{1/2M}$$

Donde:

R = La similitud; r_W = Promedio de todos los intervalos de similitud dentro de los sectores;

r_B = Promedio de los intervalos de similitud de todos los pares de réplicas entre los diferentes sectores

$M = \frac{n(n-1)}{2}$ Donde n es el número total de muestras en consideración



6.3.1.4. Índice de similitud porcentual

Si se observaban diferencias a nivel intraespecífico, se estimó el índice de similitud porcentual (*SIMPER*) de Bray-Curtis (Ludwing y Reynolds, 1988), mediante el programa PRIMER 6, considerando que es un índice que refleja las principales especies presas de cada categoría (entre sexo y madurez), y hace una comparación de las presas de mayor importancia de los depredadores.

Este índice fue calculado para obtener el 95% de la dieta a través de la siguiente ecuación:

$$s_{ij} = \frac{\sum k \min(Y_{ki}, X_{kj})}{\sum k (Y_{ki} + Y_{kj})}$$

Donde:

Y_{ki} y Y_{kj} = Las abundancias de la especie presa k en las muestras i y j .

El nivel trófico a partir de tipo de presas encontradas en los estómagos se estimó de acuerdo con la ecuación propuesta por Christensen y Pauly, (1992):

$$PT = 1 + \left(\sum_{j=1}^n CD_{ij} \right) (PT_j)$$

Dónde:



DC_{ij} referida como la composición de la dieta, es la proporción de presas (j) en la dieta del depredador (i).

PT = nivel trófico de las presas (j). n

= número de grupos en el sistema.

Los niveles tróficos para cada presa se obtuvieron de Cortés (1999) (Tabla 3), en el caso de los peces la información se obtuvo de Fishbase.

Tabla 3. Categorías de presas usadas para calcular la composición de las dietas y niveles tróficos de los elasmobranquios (Cortés, (1999)).

Grupos de especies	Niveles tróficos
Teleosteos	3.24
Cefalópodos (pulpos, calamares)	3.2
Moluscos (excluidos cefalópodos)	2.1
Crustáceos Decápodos (camarones, cangrejos, langostinos, langostas)	2.52
Otros invertebrados (todos los invertebrados excepto moluscos, crustáceos y zooplancton)	2.5
Zooplancton (principalmente eufácidos "krill")	2.2
Aves marinas	3.87
Reptiles mamíferos (tortugas marinas y serpientes marinas)	2.4
Mamíferos marinos (cetáceos, pinípedos, mustelidos)	4.02
Condriactos (Tiburones, mantas, rayas y quimeras)	3.65
Plantas (plantas marinas y algas)	1



7. RESULTADOS

Se analizaron un total de 51 organismos de *I. oxyrinchus*, los cuales registraron un intervalo de tallas de 113 cm a 196 cm de longitud total (LT), con un promedio de 143 cm ($\pm 13.46SD$). El 33% de los organismos fueron machos (17 estómagos; LT promedio 151 cm $\pm 22.38 SD$), y el 73.24% fueron hembras (34 estómagos; LT promedio 193 cm $\pm 21.5SD$) (Fig. 4).

De los 51 organismos, 50 fueron juveniles y solo se registró un adulto. De los estómagos analizados, 44 presentaron alimento y siete estuvieron vacíos (Fig. 5).

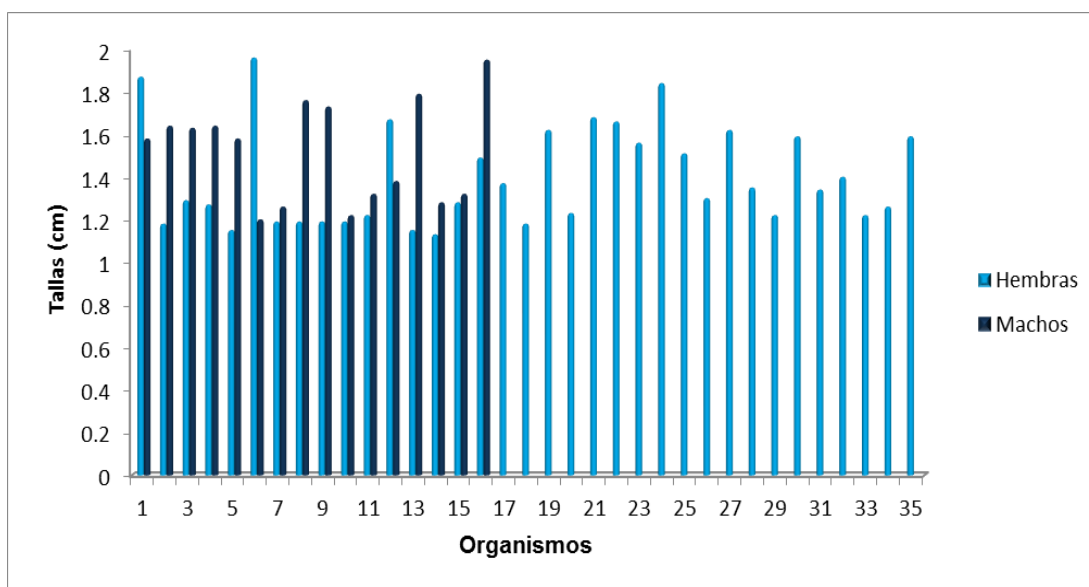


Figura 4. Longitud total (cm) para machos y hembras de *Isurus oxyrinchus* muestreados en el campo pesquero Punta Lobos, Baja California Sur.



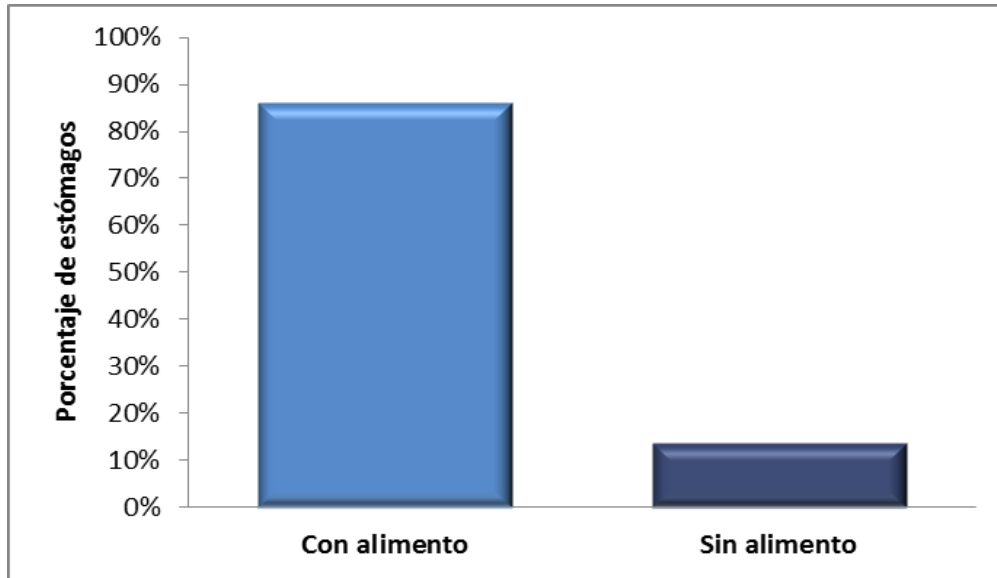


Figura 5. Porcentaje de estómagos con alimento y sin alimento de *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero Punta Lobos, Baja California Sur.

El porcentaje de llenado de los estómagos de *I. oxyrinchus* fueron: siete en categoría 0 (7%), 30 en categoría 1 (67%), siete en categoría 2 (11%), tres en categoría 3 (7%), y 4 en categoría 4 (9%) (Fig. 6).

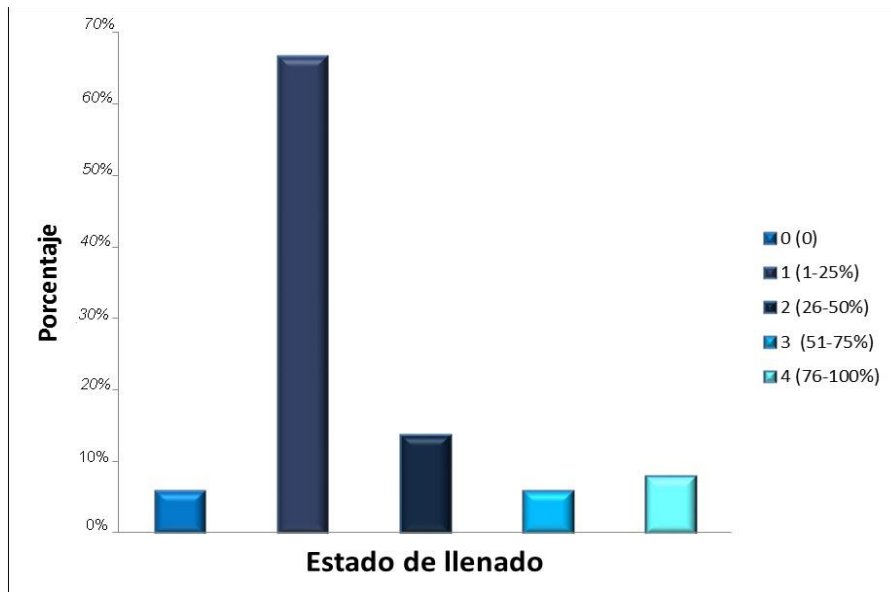


Figura 6. Porcentaje de llenado de los 51 estómagos revisados de *Isurus oxyrinchus* por categorías de llenado.



El alimento presente en los estómagos analizados de *I. oxyrinchus* se encontraron principalmente en estado 2 de digestión (Fig. 7).

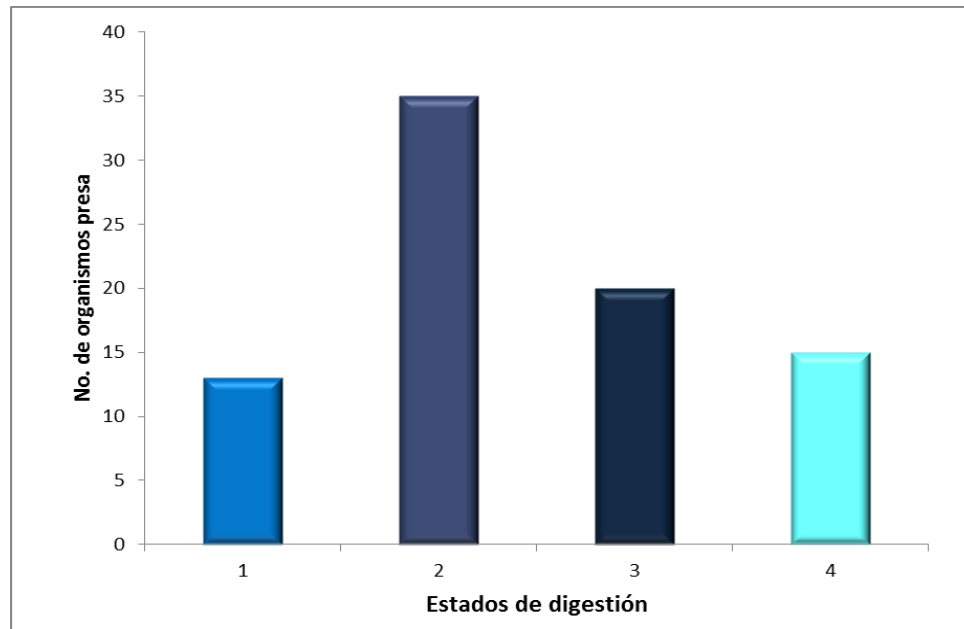


Figura 7. Número de especies presa en cada una de las categorías de estados de digestión para tiburón *Isurus oxyrinchus*.

7.1. Composición cuantitativa de la dieta

En los estómagos examinados se identificaron un total de 31 especies presas, de las cuales 21 especies eran peces, representando 12 familias (82%), cuatro especies fueron cefalópodos incluidos en tres familias (14%), y tres especies de crustáceos pertenecientes a tres familias (4%) (Fig. 8).



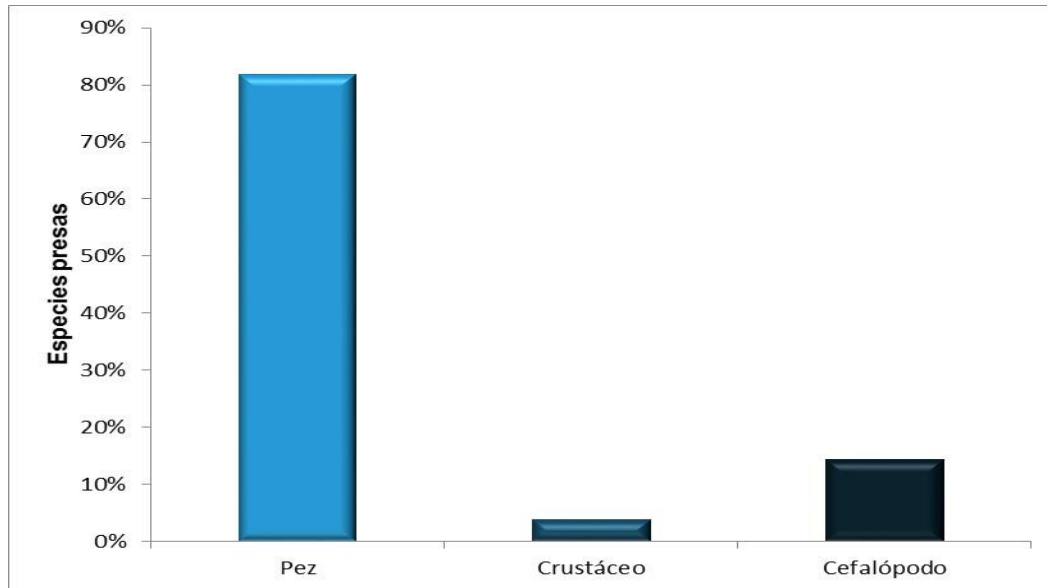


Figura 8. Especies presa más abundantes en los contenidos estomacales examinados de *Isurus oxyrinchus*.

De acuerdo con la curva acumulada de especies presa, se observó que el número de estómagos con alimento analizado fue suficiente para caracterizar el espectro trófico de tiburón *I. oxyrinchus*, puesto que con el estómago número 21 se alcanza un C.V.= 0.047 (Fig. 9)



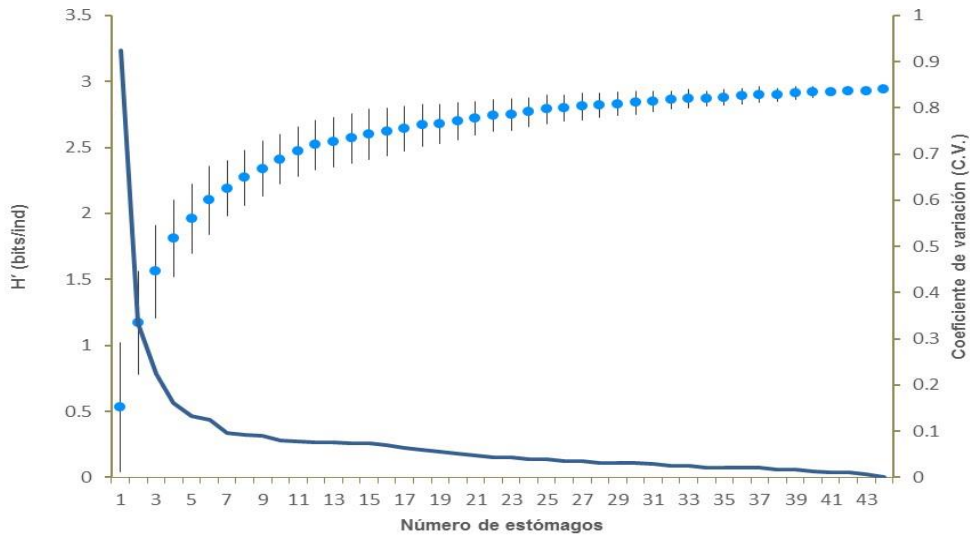


Figura 9. Curva acumulada de especies presa para *Isurus oxyrinchus*. (Línea continua = Coeficiente de Variación “C.V.”; Línea punteada = valores de diversidad de Shannon).

Las curvas de acumulación de especies presas de machos y de hembras en tiburón *I. oxyrinchus* mostraron que fue suficiente el número de estómagos analizados para caracterizar su espectro trófico.

En machos se analizaron 16 estómagos con alimento, obteniendo la asíntota a partir del estómago número 12 (CV = 0.049) (Fig. 10); mientras que en hembras se analizaron 28 estómagos con alimento obteniendo la asíntota a partir del estómago número 16 (CV = 0.045) (Fig. 11).

Dado que la mayoría de los tiburones fueron hembras juveniles, pocos machos juveniles, y la sola presencia de un ejemplar macho adulto, se realizó la curva de acumulación para juveniles,



respectivamente. Por lo tanto, se encontró el mismo coeficiente de variación que en la curva de acumulación general, teniendo una asíntota a partir del estómago número 21 (CV= 0.047) (Fig. 12).

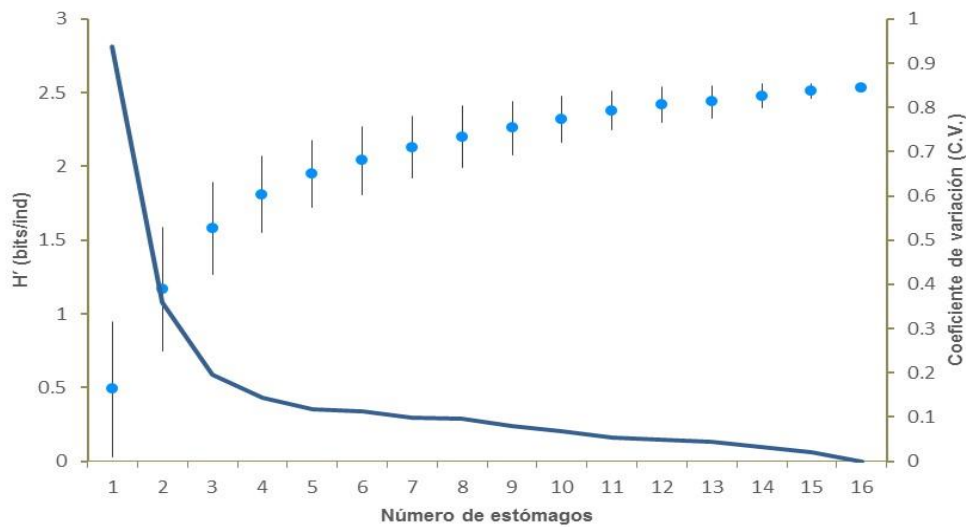


Figura 10. Curva acumulada de especies presa en estómagos de machos de tiburón *Isurus oxyrinchus*. (Línea continua = Coeficiente de Variación “C.V.”; Línea punteada = valores de diversidad de Shannon).

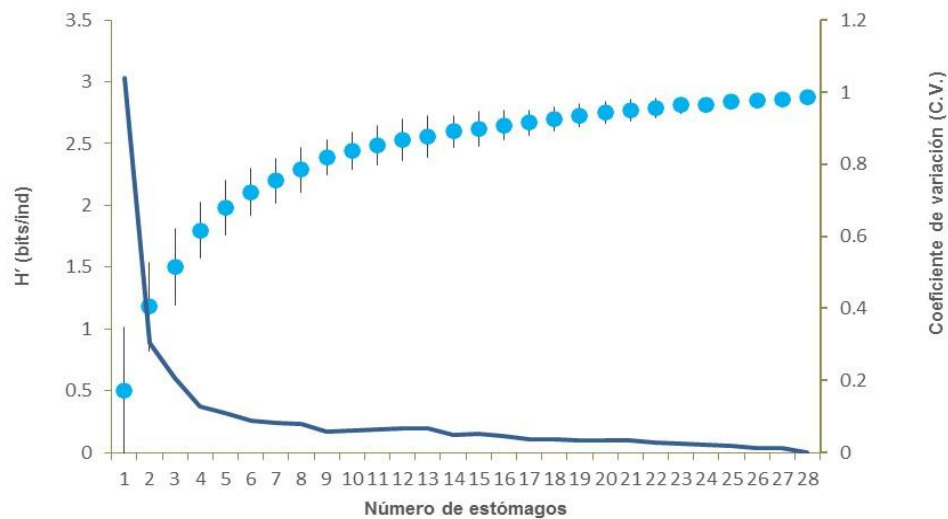


Figura 11. Curva acumulada de especies presa en estómagos de hembras de tiburón *Isurus oxyrinchus*. (Línea continua = Coeficiente de Variación “C.V.”; Línea punteada = valores de diversidad de Shannon).

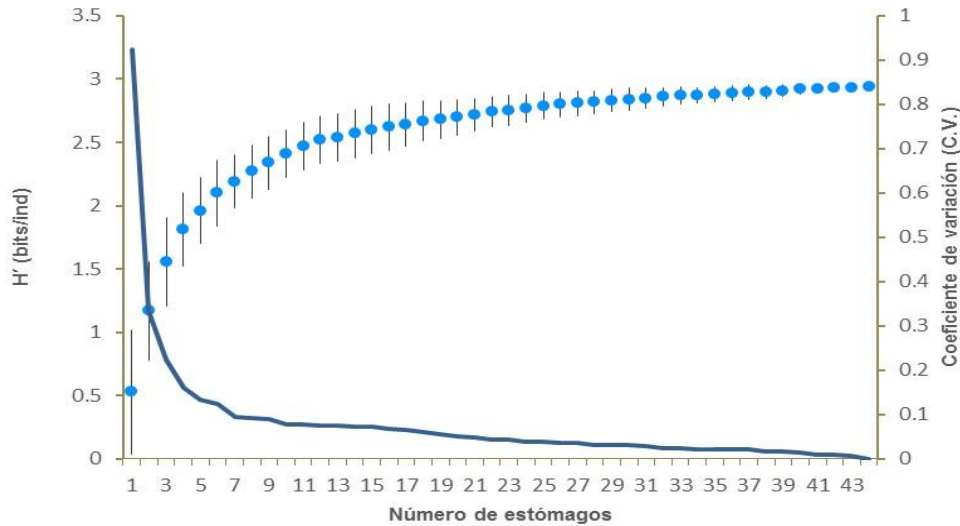


Figura 12. Curva acumulada de especies presa en estómagos de juveniles de tiburón *Isurus oxyrinchus* (Línea continua = Coeficiente de Variación “C.V.”; Línea punteada = valores de diversidad de Shannon).

A partir de la aplicación del método numérico (%N), se contabilizaron un total de 105 organismos presa para tiburón *I. oxyrinchus*, siendo la más abundante el pez óseo *Caulolatilus princeps* (Jenyns, 1840) (14.28 %), seguido por *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 (11.42 %), *Balistes polylepis* Steinddachner, 1876 (9.52 %) y *Caranx caballus* Günther, 1868 (8.57 %).

En cuanto a los cefalópodos, *Mastigoteuthis dentata* Hoyle, 1904 (6.66 %) fue el más abundante. El resto de las especies presas presentaron porcentajes menores a 5.71%, sumando un total de 49.52% (Fig. 13, Tabla 4).



Con respecto al método gravimétrico (%G), la presas que obtuvieron una mayor importancia en biomasa fueron los peces óseos *Caulolatilus princeps* (19.99%), *Caranx caballus* (17.26%), *Coryphaena hippurus* (14.92%), *Caulolatilus affinis* Gill, 1865 (12.52%) y *Scomber japonicus* (8.99%) (Fig. 13, Tabla 4).

Para la categoría de presas con mayor presencia en los estómagos, mediante la aplicación del método de frecuencia de aparición (%FA), los componentes de la dieta más importantes encontrados fueron: *Caulolatilus princeps* (15.29%), seguido por *Scomber japonicus* (9.41%), *Balistes polylepis* (8.23%), *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838 (7.05%), y el cefalópodo *Mastigoteuthis dentata* (7.05%). El resto de las especies presentaron un porcentaje menor a 7.05%, sumando un total de 52.94% (Fig. 13, Tabla 4).

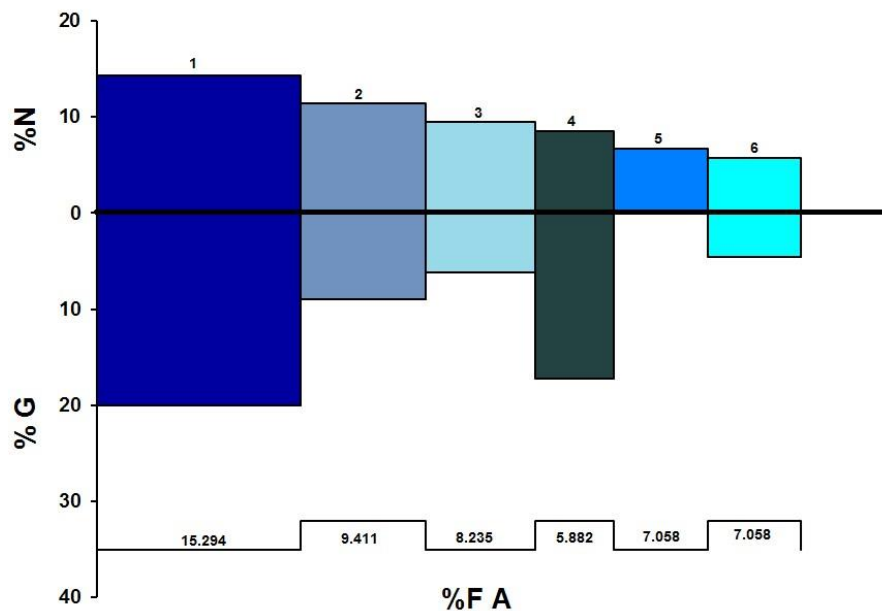


Figura 13. Espectro trófico general de *Isurus oxyrinchus*, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1. *Caulolatilus princeps*, 2. *Scomber japonicus*, 3. *Balistes polylepis*, 4. *Caranx caballus*, 5. *Mastigoteuthis dentata*, 6. *Fistularia commersonii*.



En cuanto al índice de importancia relativa (%IIR) se obtuvo que el pez óseo *C. princeps* fue la especie más importante de la dieta del tiburón *I. oxyrinchus* con 37.27%; seguido por *S. japonicus* (13.66%), *C. caballus* (10.80%), *B. polylepis* (9.17%) y *C. affinis* (5.46%) (Tabla 4).

Tabla 4. Espectro trófico general de tiburón *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa (%IIR).

ESPECIE	%N	%G	%FA	%IIR
Cephalopoda				
Ommastrephidae				
<i>Dosidicus gigas</i>	2.85	0.01	2.35	0.48
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	3.80	0.008	3.52	0.95
Mastigotheutidae				
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	6.66	0.02	7.05	3.35
Histioteuthidae				
<i>Histioteuthis dofleini</i>	0.95	0.003	1.17	0.007
Crustacea				
Malacostraca				
Galatheidae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	1.90	0.09	2.35	0.33
Munididae				
<i>Munida tenella</i>	0.95	0.03	1.17	0.08
Gonodactylidae				
<i>Gonodactylidae sp.</i>	0.95	0.006	1.17	0.08
Osteichthyes				
Triglidae				
<i>Prionotus albirostris</i>	0.95	0.52	1.17	0.12
Scombridae				
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.95	1.83	1.17	0.23
<i>Scomber japonicus</i>	11.42	8.99	9.41	13.66
<i>Auxis sp.</i>	1.90	2.98	2.35	0.81



<i>Scomberomorus sierra</i>	1.90	0.11	2.35	0.33
Carangidae				
<i>Caranx caballus</i>	8.57	17.26	5.88	10.80
<i>Caranx caninus</i>	0.95	0.56	1.17	0.12
<i>Caranx otrynter</i>	4.76	1.44	3.52	1.55
<i>Caranx vinctus</i>	0.95	0.17	1.17	0.09
Lutjanidae				
<i>Lutjanus argentiventris</i>	4.76	4.31	5.88	3.79
Balistidae				
<i>Balistes polylepis</i>	9.52	6.14	8.23	9.17
Belonidae				
<i>Belonidae sp.</i>	1.90	0.62	2.35	0.42
<i>Tylosurus pacificus</i>	0.95	0.004	1.17	0.08
Hemiramphidae				
<i>Hemiramphus sp.</i>	0.95	0.13	1.17	0.09
Coryphaenidae				
<i>Coryphaena hippurus</i>	4.76	14.92	3.52	4.93
Malacanthidae				
<i>Caulolatilus princeps</i>	14.28	19.99	15.29	37.27
<i>Caulolatilus affinis</i>	3.80	12.52	4.70	5.46
Serranidae				
<i>Diplectrum máximum</i>	0.95	1.11	1.17	0.17
<i>Hemanthias peruanus</i>	0.95	0.69	1.17	0.13
Labridae				
<i>Semicossyphus pulcher</i>	0.95	0.87	1.17	0.15
Fistulariidae				
<i>Fistularia commersonii</i>	5.71	4.54	7.05	5.14
Total general	100	100		100

Respecto al método numérico (%N) en machos, se contabilizaron un total de 47 organismos presa, siendo la más abundantes *S. japonicus* (19.14 %), *B. polylepis* (14.89 %), *C. caballus* (8.51 %), *C.*



otrynter (8.51 %) y *C. princeps* (8.51 %). El resto de las especies presas presentaron porcentajes menores a 8.51%, sumando un total de 40.42% (Fig. 14, Tabla 5).

Con el método gravimétrico (%G) la presa que obtuvo una mayor biomasa fue el pez óseo *C. caballus* (43.51 %), seguido de *C. princeps* (14.3%), *B. polylepis* (11.72%), *F. commersonii* (8.68 %) y *S. japonicus* (7.13%) (Fig.14, Tabla 5).

Para la categoría de presas con mayor presencia en estómagos de machos mediante el método de frecuencia de aparición (%FA), se encontró que los componentes de dieta más importantes fueron: *S. japonicus* (15.15%), *B. polylepis* (12.12%), *F. commersonii* (12.12%), *C. princeps* (12.5%) y *C. caballus* (6.06%). El resto presentaron porcentajes por debajo a 6.06%, sumando un total de 45.45% (Fig. 14, Tabla 5).



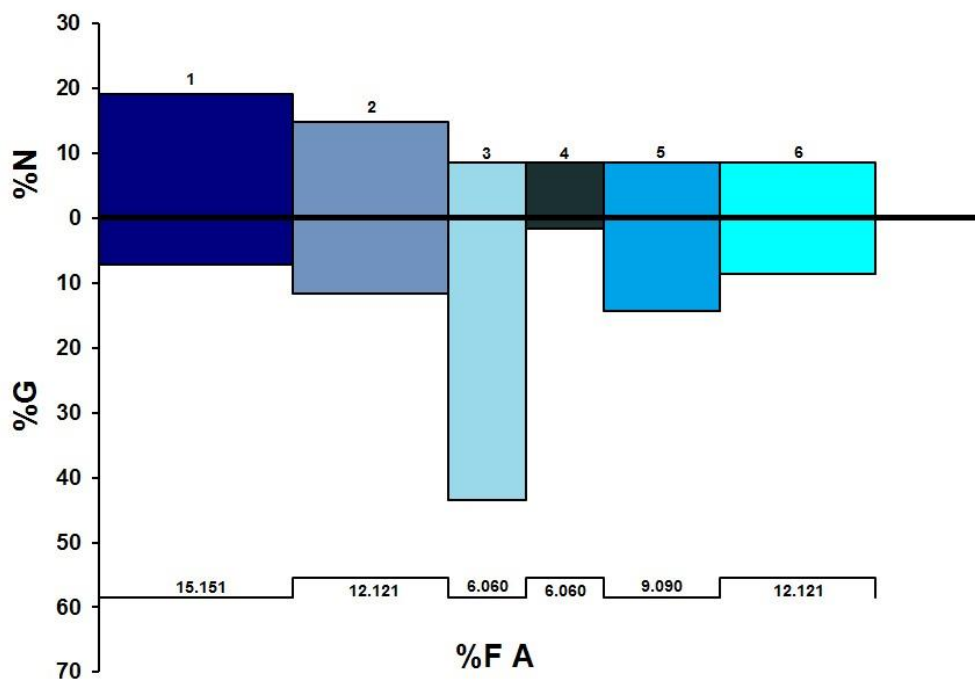


Figura 14. Espectro trófico en machos, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1. *Scomber japonicus*, 2. *Balistes polylepis*, 3. *Caranx caballus*, 4. *Caranx otrynter*, 5. *Caulolatilus princeps*, 6. *Fistularia commersonii*.

Con respecto al índice de importancia relativa (%IIR) se obtuvo que el pez óseo *S. japonicus* fue el más importante en la dieta de los machos, con un 23.40%, seguido de *B. polylepis* (18.96%), *C. caballus* (18.53%), *F. commersonii* (12.24%) y *C. princeps* (12.22%) (Tabla 5)



Tabla 5. Espectro trófico de tiburones machos de *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa (%IIR).

Especies	%N	%G	%FA	%IIR
Cephalopodo				
Histiotheutidae				
<i>Histioteuthis dofleini</i>	2.12	0.008	3.03	0.38
Masthigotheutidae				
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	4.25	0.01	6.06	1.52
Ommastrephidae				
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	6.38	0.01	6.06	2.27
<i>Dosidicus gigas</i>	4.25	0.02	3.03	0.76
Osteichthyes				
Carangidae				
<i>Caranx caballus</i>	8.51	43.51	6.06	18.53
<i>Caranx otrynter</i>	8.51	1.64	6.06	3.61
Fistularidae				
<i>Fistularia commersonii</i>	8.51	8.68	12.12	12.24
Lutjanidae				
<i>Lutjanus argentiventris</i>	4.25	2.08	6.06	2.25
Malacanthidae				
<i>Caulolatilus affinis</i>	2.12	5.64	3.03	1.38
<i>Caulolatilus princeps</i>	8.51	14.36	9.09	12.22
Scombridae				
<i>Scomber japonicus</i>	19.14	7.13	15.15	23.40
Serranidae				
<i>Diplectrum maximum</i>	2.12	2.91	3.03	0.89
<i>Hemanthias peruanus</i>	2.12	1.82	3.03	0.70
Balistidae				
<i>Balistes polylepis</i>	14.89	11.72	12.12	18.96
Belonidae				
<i>Belonidae</i> sp.	2.12	0.37	3.03	0.44
<i>Tylosurus pacificus</i>	2.12	0.01	3.03	0.38
Total general	100	100		100



En el análisis del método numérico (%N) en hembras se contabilizaron un total de 58 organismos presas, siendo la más abundante *C. princeps* (18.96%), *C. caballus* (8.62%), *C. hippurus* (8.62%), el cefalópodo *M. dentata* (8.62%) y *B. polylepis* (5.17%). El resto de las especies presas presentaron porcentajes menores a 5.17%, sumando un total de 50% (Fig. 15, Tabla 6).

Para el método gravimétrico (%G) la presa que obtuvo una mayor biomasa fue *C. hippurus* (24.20%), seguido de *C. princeps* (23.49%), *C. affinis* (16.80%), *S. japonicus* (10.16%) y *Lutjanus argentiventris* (Peters,1869) (5.71%) (Fig. 15, Tabla 6).

Para el método de frecuencia de aparición (%FA) se encontró que los componentes de la dieta más importantes son: *C. princeps* (19.23%), seguido por el cefalópodo *M. dentata* (7.69%), *B. polylepis* (5.76%), *C. caballus* (5.76%) y *C. affinis* (5.76%) El resto presentan porcentajes inferiores a 5.76%, dando un total de 55.76% (Fig. 15, Tabla 6).



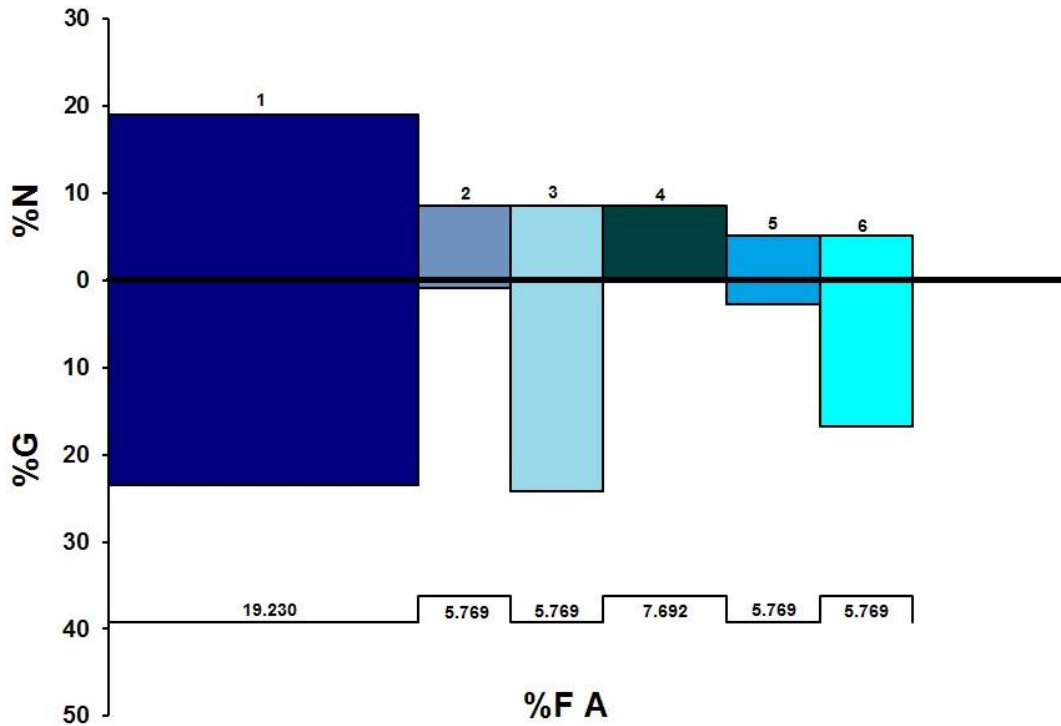


Figura 15. Espectro trófico en hembras, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1. *Caulolatilus princeps*, 2. *Caranx caballus*, 3. *Coryphaena hippurus*, 4. *Mastigoteuthis dentata*, 5. *Balistes polylepis*, 6. *Caulolatilus affinis*.

Para el índice de importancia relativa (%IIR) se obtuvo que el pez óseo *C. princeps* fue el más importante en la dieta de hembras con un 51.41%, seguido por *C. hippurus* (11.92%), *C. affinis* (7.98%), *S. japonicus* (5.56%) y el cefalópodo *M. dentata* (4.19%) (Tabla 6).

Tabla 6. Espectro trófico de tiburones hembras de *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa (%IIR).

Especies	%N	%G	%FA	%IIR
Cephalopoda				
Mastigotheutidae				
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	8.62	0.02	7.69	4.19
Ommastrephidae				
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	1.72	0.003	1.92	0.21



<i>Dosidicus gigas</i>	1.72	0.01	1.92	0.21
Crustacea				
Galatheididae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	3.44	0.15	3.84	0.87
Gonodactilidae				
<i>Gonodactylidae sp.</i>	1.72	0.01	1.92	0.21
Munididae				
<i>Munida tenella</i>	1.72	0.06	1.92	0.22
Osteichthyes				
Carangidae				
<i>Caranx caballus</i>	8.62	0.94	5.76	3.47
<i>Caranx caninus</i>	1.72	0.91	1.92	0.32
<i>Caranx otrynter</i>	1.72	1.32	1.92	0.37
<i>Caranx vinctus</i>	1.72	0.28	1.92	0.24
Coryphaenidae				
<i>Coryphaena hippurus</i>	8.62	24.20	5.76	11.92
Fistularidae				
<i>Fistularia commersonii</i>	3.44	1.98	3.84	1.31
Hemiramphidae				
<i>Hemiramphus sp.</i>	1.72	0.22	1.92	0.24
Labridae				
<i>Semicossyphus pulcher</i>	1.72	1.41	1.92	0.38
Lutjanidae				
<i>Lutjanus argentiventris</i>	5.17	5.71	5.76	3.95
Malacanthidae				
<i>Caulolatilus affinis</i>	5.17	16.80	5.76	7.98
<i>Caulolatilus princeps</i>	18.96	23.49	19.23	51.41
Scombridae				
<i>Auxis sp.</i>	3.44	4.84	3.84	2.01
<i>Katsuwonus pelamis</i>	1.72	2.97	1.92	0.57
<i>Scomber japonicus</i>	5.17	10.16	5.76	5.57
<i>Scomberomorus sierra</i>	3.44	0.19	3.84	0.88
Balistidae				
<i>Balistes polylepis</i>	5.17	2.69	5.76	2.85
Belonidae				



<i>Belonidae</i> sp.	1.72	0.77	1.92	0.30
Triglidae				
<i>Prionotus albirostris</i>	1.72	0.86	1.92	0.31
Total general	100	100		100

Con respecto al espectro trófico relacionado al estadio de madurez y de acuerdo con el método numérico (%N), en juveniles se contabilizaron un total de 105 organismos presa, siendo la más abundante *C. princeps* (14.28%) seguido de *S. japonicus* (11.42%), *B. polylepis* (9.52%), *C. caballus* (8.57%) y el cefalópodo *M. dentata* (6.66%). El resto de las especies presa presentaron un porcentaje menor a 5.71%, sumando un total de 49.52% (Fig. 16, Tabla 7).

Mediante el método gravimétrico (%G) se determinaron las presas con un mayor índice de biomasa, siendo los peces óseos tales como *C. princeps* (19.99%), *C. caballus* (17.26%), *C. hippurus* (14.92%), *C. affinis* (12.52%) y *S. japonicus* (8.99%), los más representativos (Fig. 16, Tabla 7).

Las categorías de presas que tuvieron mayor presencia en los estómagos, de acuerdo con el método de frecuencia de aparición (%FA), fueron *C. princeps* (15.29%), seguido por *S. japonicus* (9.41%), *B. polylepis* (8.23%), *C. caballus* (5.88%), *F. commersonii* (7.05%) y el cefalópodo *M. dentata* (7.05%). El resto de las especies presentaron un porcentaje menor a 7.05%, sumando un total de 52.94% (Fig. 16, Tabla 7).

Con el índice de importancia relativa (%IIR) se obtuvo que el pez óseo *C. princeps* fue la especie más importante de la dieta del tiburón *I. oxyrinchus* con un 37.27%; seguido por *S. japonicus* (13.66%), *C. caballus* (10.80%), *B. polylepis* (9.17%) y *C. affinis* (5.46%). (Tabla 7).



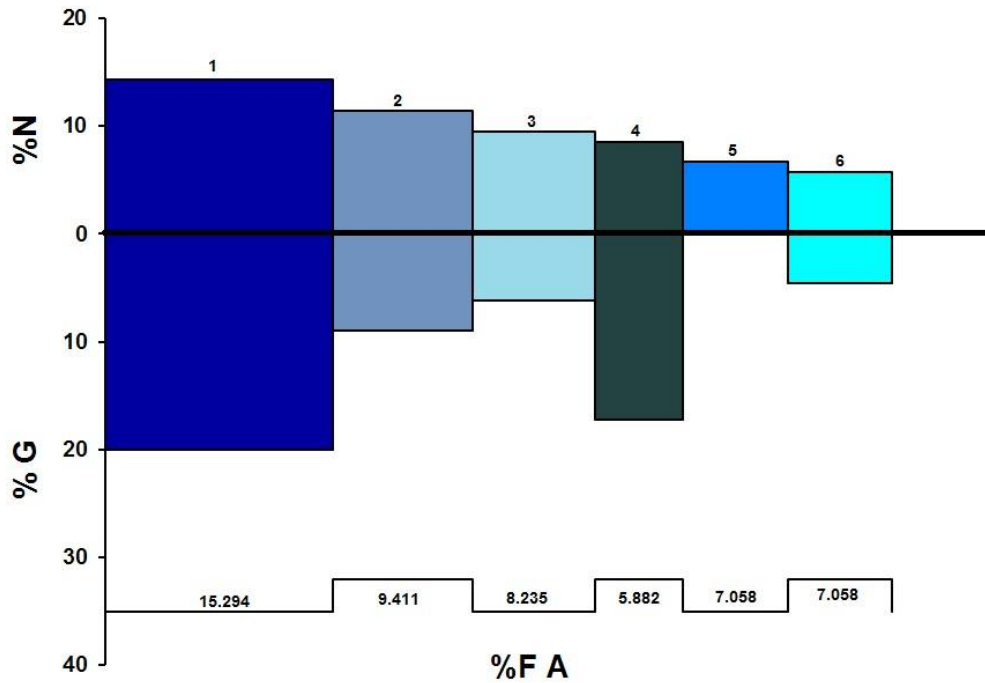


Figura 16. Espectro trófico de tiburones *Isurus oxyrinchus* juveniles, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (%FA), numérico (%N) y gravimétrico (%G). Donde 1. *Caulolatilus princeps*, 2. *Scomber japonicus*, 3. *Balistes polylepis*, 4. *Caranx caballus*, 5. *Mastigoteuthis dentata*, *Fistularia commersonii*.

Tabla 7. Espectro trófico de tiburones juveniles de tiburón *Isurus oxyrinchus* en el campo pesquero de Punta Lobos, Baja California Sur, expresado en porcentajes de los métodos numérico (%N), gravimétrico (%G), frecuencia de aparición (%FA), e índice de importancia relativa.

ESPECIE	%N	%G	%FA	%IIR
Cephalopoda Ommastrephidae				
<i>Dosidicus gigas</i>	2.85	0.01	2.35	0.48
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	3.80	0.008	3.52	0.95
Mastigotheutidae				
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	6.66	0.02	7.05	3.35
Histioteuthidae				
<i>Histioteuthis dofleini</i>	0.95	0.003	1.17	0.007
Crustacea				
Malacostraca				



Galatheididae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	1.90	0.09	2.35	0.33
Munididae				
<i>Munida tenella</i>	0.95	0.03	1.17	0.08
Gonodactylidae				
<i>Gonodactylidae sp.</i>	0.95	0.006	1.17	0.08
Osteichthyes				
Triglidae				
<i>Prionotus albirostris</i>	0.95	0.52	1.17	0.12
Scombridae				
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.95	1.83	1.17	0.23
<i>Scomber japonicus</i>	11.42	8.99	9.41	13.66
<i>Auxis sp.</i>	1.90	2.98	2.35	0.81
<i>Scomberomorus sierra</i>	1.90	0.11	2.35	0.33
Carangidae				
<i>Caranx caballus</i>	8.57	17.26	5.88	10.80
<i>Caranx caninus</i>	0.95	0.56	1.17	0.12
<i>Caranx otrynter</i>	4.76	1.44	3.52	1.55
<i>Caranx vinctus</i>	0.95	0.17	1.17	0.09
Lutjanidae				
<i>Lutjanus argentiventris</i>	4.76	4.31	5.88	3.79
Balistidae				
<i>Balistes polylepis</i>	9.52	6.14	8.23	9.17
Belonidae				
<i>Belonidae sp.</i>	1.90	0.62	2.35	0.42
<i>Tylosurus pacificus</i>	0.95	0.004	1.17	0.08
Hemiramphidae				
<i>Hemiramphus sp.</i>	0.95	0.13	1.17	0.09
Coryphaenidae				
<i>Coryphaena hippurus</i>	4.76	14.92	3.52	4.93
Malacanthidae				
<i>Caulolatilus princeps</i>	14.28	19.99	15.29	37.27
<i>Caulolatilus affinis</i>	3.80	12.52	4.70	5.46
Serranidae				
<i>Diplectrum</i>	0.95	1.11	1.17	0.17



<i>Hemanthias peruanus</i>	0.95	0.69	1.17	0.13
Labridae				
<i>Semicossyphus pulcher</i>	0.95	0.87	1.17	0.15
Fistulariidae				
<i>Fistularia commersonii</i>	5.71	4.54	7.05	5.14
Total general	100	100		100

1.1. Índices ecológicos

7.1.1. Amplitud de dieta (índice de Levin)

Para conocer la amplitud de dieta del tiburón *I. oxyrinchus*, para lo cual se aplicó el índice de Levin. Se obtuvo, de manera general, una amplitud de dieta de $B_i = 0.48$. Considerando que el total de individuos con contenido estomacal revisados fueron juveniles, los datos registrados para esta categoría y los utilizados de manera general son los mismos no se realizó el índice para adultos.

En el análisis para los machos la amplitud de dieta fue de $B_i = 0.59$, mientras que en las hembras fue de $B_i = 0.51$; lo que muestra que en *I. oxyrinchus* jóvenes se presenta una conducta alimenticia especialista (Tabla 8)

Tabla 8. Tabla de índice de Levin (B_i) por categorías de *Isurus oxyrinchus* para Punta Lobos, Baja California Sur, México.

CATEGORÍA	ÍNDICE DE LEVIN (BI)
GENERAL	0.48
MACHOS	0.59
HEMBRAS	0.51
JUVENILES	0.48



De acuerdo con el índice de Shannon, utilizado para conocer la diversidad de presas, se obtuvo para la categoría general una diversidad de $H' = 2.92$, siendo este el mismo caso para juveniles.

Por sexos, en el caso de los machos se presentó un valor de $H' = 2.50$, mientras que para las hembras el índice fue $H' = 2.86$, lo que se considera como una alta diversidad de especies presas (Tabla 9)

Tabla 9. Índice de Shannon por categorías de *Isurus oxyrinchus* para Punta Lobos, Baja California Sur, México.

CATEGORIA	ÍNDICE DE SHANNON
GENERAL	2.92
MACHOS	2.50
HEMBRAS	2.86
JUVENILES	2.92

Para el índice de similitud por sexos, se obtuvo como resultado una $R = -0.003$ con un nivel estadísticamente significativo de 49.7 %, observando un traslape tanto en abundancia, como en especies presas (Fig. 17).



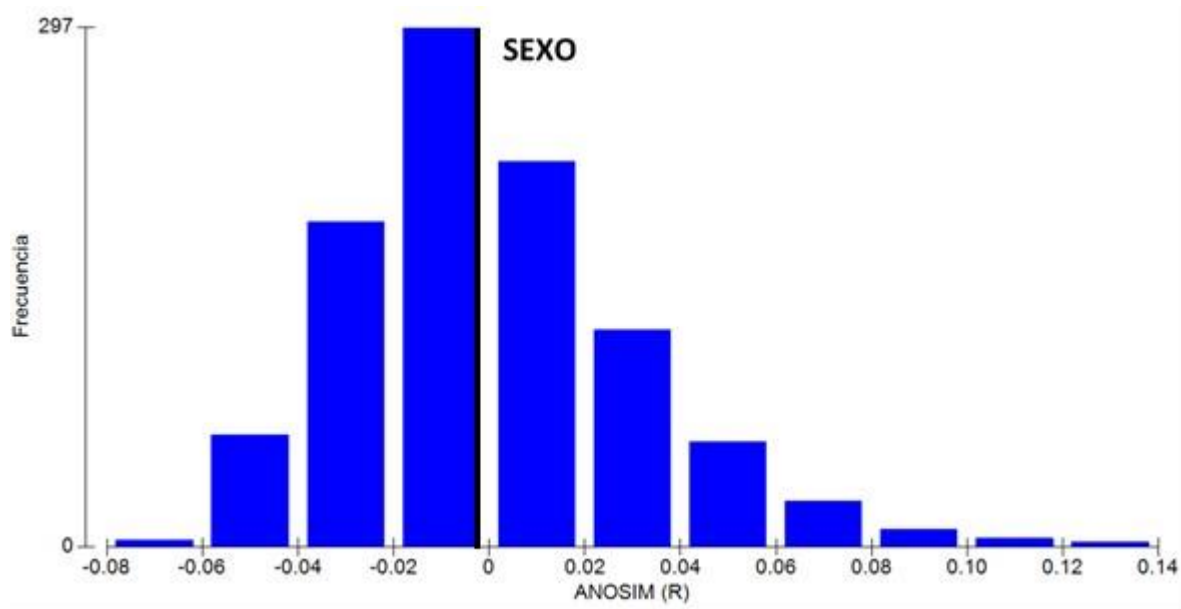


Figura 17. Gráfica de ANOSIM donde se compara la riqueza específica contra la abundancia (R, línea negra) de machos y hembras de tiburón *Isurus oxyrinchus*, obtenida con el programa PRIMER 7.

Realizando el índice de similitud porcentual (SIMPER) entre sexos de *I. oxyrinchus*, se observó un promedio de disimilitud del 91.20% entre machos y hembras, representando solo 21 especies el 95.6% del total de la dieta del tiburón *I. oxyrinchus*. De estas especies, *S. japonicus*, *C. princeps*, *B. polylepis*, *C. caballus*, *F. commersonii*, *M. dentata*, *C. otrynter* y *L. argentiventris*, las presas de mayor abundancia, acumulando el 68.85% del total de la dieta (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de disimilitud de especies presa en la dieta de *Isurus oxyrinchus* comparando machos y hembras para representar el 95% de la dieta en conjunto.

Especies	Abundanci	Abundanci	Disimillitu		% Contrib	% Acum
	a en machos	a en Estándar	Disimilitu d hembras	d		
<i>Scomber japonicus</i>	0.11	0.56	13.85	0.62	15.18	15.18



<i>Caulolatilus princeps</i>	0.39	0.25	11.59	0.75	12.71	27.9
<i>Balistes polylepis</i>	0.11	0.38	9.76	0.62	10.7	38.6
<i>Caranx caballus</i>	0.18	0.25	6.37	0.48	6.99	45.58
<i>Fistularia commersonii</i>	0.07	0.25	5.73	0.56	6.29	51.87
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.18	0.13	5.59	0.47	6.12	57.99
<i>Caranx otrynter</i>	0.04	0.25	5.47	0.38	5.99	63.99
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.11	0.13	4.44	0.48	4.86	68.85
<i>Caulolatilus affinis</i>	0.11	0.06	3.47	0.4	3.8	72.65
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.18	0	3.12	0.31	3.42	76.07
<i>Belonidae</i>	0.04	0.06	3.07	0.3	3.36	79.43
<i>Dosidicus gigas</i>	0.04	0.13	2.03	0.32	2.23	81.66
<i>Scomberomorus sierra</i>	0.07	0	1.79	0.25	1.96	83.62
<i>Tylosurus pacificus</i>	0	0.06	1.69	0.25	1.85	85.47
<i>Diplectrum máximo</i>	0	0.06	1.69	0.25	1.85	87.32
<i>Auxis sp.</i>	0.07	0	1.66	0.27	1.82	89.14
<i>Pleuroncodes planipes</i>	0.07	0	1.5	0.27	1.64	90.79
<i>Hemanthias peruanus</i>	0	0.06	1.31	0.25	1.44	92.22
<i>Caranx vinctus</i>	0.04	0	1.12	0.18	1.23	93.45
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.04	0	1.12	0.18	1.23	94.68
<i>Caranx caninus</i>	0.04	0	0.83	0.18	0.91	95.6

7.1.2. Nivel Trófico

Para el caso del nivel trófico, se obtuvo que el tiburón *I. oxyrinchus* presenta una posición trófica de $PT= 4.96$; esto indica que la dieta de este depredador lo posiciona en un cuarto nivel de la cadena trófica de su ecosistema, siendo un depredador terciario (Cortes, 1999). Para el caso de los machos, su nivel trófico resultó de un $PT= 4.91$; en el caso de las hembras su nivel trófico fue de $PT= 4.99$; y por último para los juveniles su nivel trófico fue de $PT= 4.96$.



8. DISCUSIÓN

Punta lobos es considerada un área en donde la disposición de nutrientes se ve restringida geográficamente por lo abrupto de la plataforma continental, la cual no favorece la estancia de las especies, y produce que presas pelágico-costeras sean más frecuentes en los contenidos estomacales (Fitch y Lavenberg, 1971).

Los estudios de hábitos alimentarios en elasmobranquios se han realizado con observaciones generales del análisis de contenidos estomacales, lo que en ocasiones representa una vista rápida del alimento recientemente ingerido, convirtiéndose en información que hay que manejar con mucho cuidado para no llegar a conclusiones o interpretaciones erróneas (Deb, 1997). Estudios recientes sobre elasmobranquios han ido revelando poco a poco información acerca de los hábitos alimentarios y la dinámica de interacciones, lo que permite describir de manera cada vez más acertada las relaciones entre depredadores y presas en los ecosistemas acuáticos.

Los resultados del contenido estomacal muestran la importancia de los peces óseos dentro de las preferencias alimentarias del tiburón *I. oxyrinchus*. En el presente trabajo se encontró que *C. princeps* es la especie más consumida por *I. oxyrinchus*; este pez es una especie bentónica que se localiza sobre fondos arenosos o lodosos entre 10 y 150 m de profundidad (Fistch & Levenberg, 1971)., Debido a la profundidad a la que se localiza *C. princeps* se considera que *I. oxyrinchus* tal vez realice migraciones verticales hacia el bentos para realizar su captura; al respecto VelascoTarelo (2005) también reporta que la dieta principal de *I. oxyrinchus* es ictiófaga, cuya presa de mayor preferencia es *P. albirostris*, considerada poco abundante en la costa occidental de Baja California Sur y la cual se distribuye entre los 40 y 100 m, (Schmitter – Soto, 1992), con lo



que reforza la inferencia de la realización de migraciones hacia el bentos para la captura de estas especies.

Otros trabajos realizados en el Pacífico y Atlántico con tiburón *I. oxyrinchus*, también la han catalogado como una especie de hábitos ictiófagos (*e.g.* Stillwell y Kohler 1982; López *et al.*, 2009; López *et al.*, 2012; Gorni *et al.*, 2012). Sin embargo, cabe resaltar que el tiburón *I. oxyrinchus* no presentó hábitos netamente ictiófagos en este trabajo.

En segundo orden de importancia en la dieta de *I. oxyrinchus* dentro de los peces encontramos a *S. japonicus*, conocido comúnmente como macarela esta especie es considerada predominantemente pelágica, ocasionalmente epipelágica, la cual se distribuye sobre la zona batial, pudiéndose encontrar desde la superficie hasta aproximadamente 300 m de profundidad, y la cual realiza largas migraciones estacionales (Fischer *et al.*, 1995).

Los resultados de este trabajo, por tanto, concuerdan con los de Velasco-Tarelo (2005), quien reporta a esta especie como la segunda presa más abundante en la dieta de *I. oxyrinchus*. Asimismo, Galván *et al.* (1989) reporta a esta especie como formadora de grandes cardúmenes, lo cual les da una gran ventaja a sus depredadores, ya que gracias a esto aumentan la eficiencia de captura aprovechando la disponibilidad y abundancia de los individuos. La presencia de ambas especies presas se vuelve recurrente, a pesar de que la importancia de cada una de estas difiere en ambas investigaciones.

De igual forma, los resultados de este análisis coinciden con lo señalado por Stillwell y Kohler (1982) y Vaske – Junior y Rincón – Filho (1998), quienes señalan que este tiburón en etapa juvenil



es una especie especialista, lo que se observó en ejemplares que se distribuyen en el atlántico occidental.

Como se mencionó anteriormente, el tiburón mako no presentó hábitos 100% ictiófagos, ya que el segundo grupo de especies consumidas por este depredador fueron los calamares. Galván-Magaña *et al.* (2013) menciona que los tiburones están considerados como depredadores efectivos en cuanto al consumo de estos organismos.

Este dato también coincide con los estudios de Velasco - Tarelo (2005) y PinkayEspinoza (2014), quienes señalan a *D. gigas* como una especie preferente. Sin embargo, en este trabajo se encontró una mayor preferencia por *M. dentata*. Esta especie es considerada como un calamar pequeño de 72 mm de longitud de manto (LM), pelágicos o bentopelágicos de aguas profundas, los cuales presentan una distribución vertical de 500 a 1,000 m de profundidad durante el día, y por las noches se registran a profundidades de 100 m (Roper y Sweeney, 1992).

Otro cefalópodo consumido por el tiburón mako fue *Ancistrocheirus lesueurii*, cefalópodo mesopelágico que se encuentra entre los 200 y los 1,000 m de profundidad, presenta una longitud de manto de 25 a 423 mm, es un organismo poco conocido en el área del pacífico, y es considerada una especie vulnerable en la dieta de grandes depredadores como los tiburones *Sphyrna zygaena*, *S. lewini*, *Prionace glauca* y *Carcharhinus longimanus* y también para el caso de tiburones azules (*Prionace glauca*) de las costas de Brasil (Arkhipkin, 1997; Vaske-Junior y Rincón-Filho, 1998).



Ambos cefalópodos se encuentran a profundidades similares, dándonos una idea de que el tiburón *I. oxyrinchus* captura a sus presas a diferentes profundidades, dependiendo de la disponibilidad de las mismas.

Debido a que se considera que los calamares son presas evacuadas en periodos relativamente cortos (de tres a cinco horas), mucho más rápido que otros organismos como los peces, en este estudio se encontraron solo las rádulas, un par de eficaces mandíbulas con forma de pico que muerden y desgarran los tejidos de la presa (comunicación verbal, Zumaquero- Ríos). Estas estructuras al estar formadas por quitina, dificulta su digestión, lo que a su vez facilita la identificación de las especies de estos cefalópodos.

Como tercer grupo de importancia en la dieta del tiburón *I. oxyrinchus*, encontramos crustáceos, las pocas cantidades de estos dentro de la dieta de este coinciden con lo señalado por Velasco-Tarelo (2005); haciendo notar que su consumo probablemente sea incidental, puesto que de acuerdo con los resultados se infiere que, al intentar atrapar a sus presas principales (peces óseos), inevitablemente conlleva el consumo de crustáceos. Esto se encuentra sustentado por los bajos porcentajes que denotan la escasa presencia de estos en la dieta del tiburón.

Dentro de los crustáceos consumidos, se encontró a la especie *P. planipes* como la presa principal dentro de este grupo en la dieta del tiburón. Este crustáceo se localiza en el bentos, generalmente a 500 m de profundidad. Su abundancia y talla se incrementan de Sur a Norte (Boyd & Johnson, 1963; Longhurst, 1967; Alvariño, 1976). Lo anterior corresponde con las migraciones verticales que realiza el tiburón *I. oxyrinchus* en etapa juvenil.



También se encontró como presa a la especie *M. tenella*, la cual se distribuye entre los 71 y 130 m de profundidad. Este crustáceo es una especie capturada en grandes cantidades sobre la plataforma oriental del Golfo de California (Fischer *et al.*, 1995).

8.1. Dieta entre sexos

En las categorías por sexos, se tiene un mayor número de muestras de hembras que de machos. La mayoría de los tiburones *I. oxyrinchus* que se capturaron para esta investigación se encuentran en etapa juvenil, esto coincide con los estudios de Velasco - Tarelo (2005), por lo que en este estudio se presenta una clara segregación sexual, determinando que la costa occidental de B.C.S. es un área que se caracteriza por tener aguas altamente productivas de alimento (Castro, 1987; Hoyos-Padilla, 2001) siendo esto un alumbramiento y crianza para los juveniles de tiburón mako (Ramírez-González, 2002; Ribot-Carballal, 2003; Conde-Moreno, 2005).

En el análisis de contenido estomacal por sexos se determinó que tanto hembras como machos se alimentan de presas similares pero con diferentes valores porcentuales, siendo en hembras más persistente el consumo del malacántido *C. princeps*, y en machos el escombrido *S. japonicus*. Esta diferencia podría señalar que los machos realizan migraciones verticales más profundas que las hembras, retomando las profundidades a las que normalmente se encuentran estas especies presa.

Cabe mencionar que no se encontraron crustáceos en los contenidos estomacales de machos, lo cual podría deberse al tiempo de degradación de estos, ya que estos crustáceos al morir experimentan autólisis, sin embargo, esta características de degradación del mismos crustáceo más



las enzimas gástricas del tiburón aceleran más la detección de este crustáceo en la cavidad abdominal esto se comprueba también por los criterios de López *et al.* (1982), quien refiere la rápida desintegración de los crustáceos debido a la elevada actividad enzimática en el estómago de *I. oxyrinchus* lo que causa una rápida descomposición.

8.2. Indices ecológicos

8.2.1. Índice de Levin y Shannon

De acuerdo con los valores que se obtuvieron en los índices de Levin y Shannon para conocer la amplitud de dieta y diversidad de especies, indican que este tiburón tiene una conducta alimentaria especialista, con una dieta enfocada a diversas familias de teleósteos, a pesar de alimentarse de otros órdenes como cefalópodos y crustáceos. Estos datos coinciden Velasco–Tarelo (2005), Stillwell y Kohler (1982) y Vaske-Junior y Rincón-Filho (1998), quienes también encontraron una amplitud de dieta baja reflejando una alimentación selectiva o especialista. A diferencia de Pinkay–Espinoza (2014), quien considera a esta especie como generalista, alimentándose de muchos tipos de presas.

Estos datos pueden diferir de acuerdo a la amplitud de nicho de donde se encuentre habitando el tiburón *I. oxyrinchus*.

8.2.2. Traslape trófico

El Traslape trófico se define como el uso compartido de recursos por dos especies, sexos o poblaciones. El traslape trófico no necesariamente se encuentra relacionado directamente con la competencia, es decir, un depredador puede alimentarse de las mismas especies que otro depredador en diferentes zonas de alimentación, estadíos de madurez o incluso en dependencia del sexo del mismo depredador (Wooton, 1990).



Utilizando el índice de SIMPER para la comparación entre machos y hembras se observó que presentan un alto índice de disimilitud = 91.20%, mientras que en ANOSIM se encontró un traslape bajo ($R = -0.003$).

Esto permite mencionar que machos y hembras comparten un bajo porcentaje de especies presa, lo que sugiere que tanto machos como hembras son juveniles, y que tal vez los machos o las hembras migran a otras zonas con el fin de alimentarse de otras especies que ayuden a cubrir su demanda energética.


8.2.3. Nivel trófico


Para este trabajo se obtuvo que el nivel trófico del tiburón *I. oxyrinchus* para el área de Punta Lobos es de $PT = 4.96$, dato que, de acuerdo con Cortes (1999), indica que este depredador consume una gran cantidad de presas, las cuales podrían incluir hasta mamíferos marinos. Sin embargo, a pesar de que en este trabajo no se encontraron como parte del contenido estomacal. Este resultado concuerda con Pinkay-Espinoza (2014) en el estudio realizado con dieta de *I. oxyrinchus*, en aguas del Pacífico ecuatoriano, en el cual es reconocido como uno de los grandes depredadores junto con el *Carcharodon carcharias* (tiburón blanco) y *Lamna nasus* (tiburón sardinero), ambos representantes de la familia Lamnidae, con niveles tróficos por encima de 4.5, y colocándolo como depredador tope en la costa occidental de Baja California Sur.


Este depredador juega un papel muy importante dentro del ecosistema; sin embargo, se ha subestimado a esta especie como un depredador tope de los ecosistemas y por tanto su importancia dentro de la estructura trófica.




9. CONCLUSIONES

 El contenido estomacal del tiburón *I. oxyrinchus* nos muestra que es una especie que presenta una conducta alimentaria especialista, todo esto debido a sus hábitos ictiófagos y la selectividad de sus presas.

 El espectro trófico del tiburón *I. oxyrinchus* en Punta Lobos demuestra que se alimenta principalmente de tres categorías, siendo los peces los de mayor preferencia, seguida de los cefalópodos y crustáceos.

 Existe traslape trófico bajo entre sexos en tiburones *I. oxyrinchus* juveniles.

 El tiburón *I. oxyrinchus* mostró un nivel trófico alto presentando la posición trófica de 4.96. Posicionándolo como un depredador tope o terciario dentro de la cadena trófica.





10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, F., X. Chalén, y C. Villón (2005). Plan de acción nacional de tiburones. Instituto Nacional de Pesca. Documento no publicado: 23pp.
- Álvarez-Arellano, A. (1987). Aspectos oceanográficos del Golfo de California. Serie didáctica. A. 4. UABCS. 37pp.
- Álvarez-Sánchez, L. G. (1977) Vientos en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Ciencias Marinas, 4 (1): 881-888.
- Alvariño, A. (1976). Distribución batimétrica de *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustáceo: Galatheidae). Memorias sobre la Biología Marina y Dinámica Poblacional de Camarones, Guaymas, Son. México: 266-285.
- Applegate, S.P. (1977). A new record-size bonito shark, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, from souther California. Calif. Fish Game 63: 126-129.
- Arkhipkin, A.I. (1997). Age and growth of the mesopelagic squid *Ancistrocheirus lesueurii* (Oegopsida Ancistrocheiridae) from the central-coast Atlantic based on otolith microstructure. Mar. Biol. 129: 103-111.
- Baum, J.K., R.A. Myers, and D.G. Kehler, B. Worm, S.J. Harley and P.A. Doherty. (2003). Collapse and conservation of shark populations in the northwest Atlantic. Science 299:389-392
- Bishop S.D.H., Francis M.P., Duffy C., and Montgomery J.C. (2006). Age, growth, longevity and natural mortality of the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in New Zealand waters. Mar Freshwater Res 57: 143–154. doi: 10.1071/mf05077
- Boyd, C.M., Johnson, M.W. (1963). Variations in the larval stages of decapod crustacean *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Galatheidae). Biol. Bull., 124 (3):141-152).



-
- Brusca, R. C. (1980). Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press. (2nd. Ed). E. U. A. 513 pp.
- Cailliet, G.M., Love, M.S., and Ebeling, A.W. (1996). Fishes, A field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history. Waveland Press.EUA.194p.
Can. Jou. Fish. and Aqua. Scie. 40 : 175-17.
- Cailliet, G.M., Martin, L.K., Harvey,J.T., Kusher, D. and Welden, B.A. (1983). Preliminary studies on the age and growth of blue. *Prionaceglauca*.Common thresher. *Alopias vulpinus*, and shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, sharks from California waters. En: Proceedings of the International Wokshop on Age Determination of Oceanic Pelagic Fishes; Tunas, Billfishes, and Sharks (E.D. Prince & L.M. pulos, eds.). NOAA Technical Report NMFS 8:179-188.
- Calow, P. y P. Tytler. (1985). Fish energetic, news perspectives. The Jonh Hopkins University Press. Gran Britain. 349 pp
- Castillo-Géniz J.L., Márquez Farías J.F., Rodriguez de la Cruz M.C., Cortés, E., y Cid del Prado A. (1998). The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. Aust. J. Mar. Freshwater Re. 49:611-620.
- Castro, J.I. (1987). The position of sharks in marine biological Communities. In: S Cook (DE) Sherks, An Inquiry Into Biology, Behavior Fisheries, and Use, Oregon State University Extension Service, Corvallis. Pp. 11-17.
- Christensen, V. y Pauly, D. (1992). ECOPATH II – Software for balancing steadystate ecosystem models and calculating network characteristics. Ecological Modelling. 61: 169-185pp.



-
- Clarke, K.R. and Warwick, R.M. (2001). Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd Edition. PRIMER-E: Plymouth UK.172 pp.
- Clarke, M. (1962). The identification of cephalopod beaks and their relationship between beak size and total body weight. Bulletin British Museum Natural History 8(10): 422-480.
- Clarke, M. (1986). A handbook for the identification of cephalopod beaks. Oxford University Press, Oxford. 273pp.
- Cliff, G., Dudley, S., Davis B. (1990) Sharks caught in the protective gill nets of Natal, South Africa. 3. The shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) (Rafinesque). S Afr J Mar Sci 9: 115–126. doi: 10.2989/025776190784378808
- Clothier, C. R. (1950). A key to some southern California fishes based on vertebral characters. California Department of Fish and Game. Fishery Bulletin. 79: 1-83.
- Colwell, R. K. (2006). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 8. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Compagno, L. J. V. (2001). Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 1, Vol. 2. Rome, FAO. 2001. 269p.
Compagno, L.J.V, Dando, M., Fowler, S. (2005). Sharks of the world. Princeton Field Guides, 368 pp. Princeton University Press, Princeton.



-
- Compagno, L.J.V, Krupp F., Schneider, W. (1995). Tiburones. En: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen II. Vertebrados-parte 1. (Eds.) Fisher W, krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH. FAO: Roma. 647-218.
- Compagno, L.J.V. (1984). Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species Known to date. Part. 2 Carcharhiformes. FAO Fisheries Synopsis 125 4(2): 1-269.
- CONAPESCA-INP (2004). Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca e Instituto Nacional de la pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México. 80p.
- Conde-Moreno, M. (2005). Aspectos de la Biología Reproductiva del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. UABCS. 72 pp.
- Cortes Enric. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: applications to elasmobranch fishes. Canadian Journal of fisheries and Aquatic sciences. 54: 726. 738.
- Cortes, E. (1999). Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. ICES Journal of Marine Science 56: 707-717.
- Deb, D. (1997). Trophic uncertainty vs parsimony in food web research. Oikos. 78: 191-194.



- Díaz-Murillo, B.P. (2006). Catálogo de otolitos de peces marinos de las costas adyacentes a Baja California Sur. UABCS. 1-167.
- Ebert, D. A. y Stehmann, M. F. W. (2013). Sharks, batoids and chimeras of the North Atlantic. Species Catalogue for Fishery. Purposes No 7. Rome. FAO: 523 pp.
- Erazo, H. (2006) Hábitos alimenticios de *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque 1810) de Abril a Diciembre del 2004 en el puerto de Santa Rosa Salinas. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias del Mar.
- Escobar, O. (2004). Hábitos alimentarios del tiburón ángel *Squatina californica* (Ayres, 1859) en el suroeste del golfo de California, México. *CICIMAR-IPN. México*. 99 pp.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E. y Niem, V. H. (1995). Guía FAO para la identificación de peces para los fines de pesca. Pacífico CentroOriental. Vol. I, II y III. 1-1747.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E., y Niem,V.H. (Red.) (1995). Pacifico Centro-Oriental; Guia FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. FAO; Roma. (Vol- II-III) 648-1652 pp
- Fitch, J.E., y R.J. Lavenberg. (1971). Marine Food and Game Fishes of California. California Natural History Guides. 28. University of California Press. 179 pp.
- Franks, P.J.S. (1992). Phytoplankton blooms at frosts: patterns, scales and physical forcing mechanisms. *Rev. Aqua. Sci.* 6(2): 121-137.
- Galindo Rosado, M.A. (2011). Posición Trófica de Juveniles de Tiburón Mako (*Isurus oxyrinchus*) capturado en la Costa Occidental de Baja California Sur.
Galván-Magaña F., Polo-Silva C., Hernández-Aguilar S. B., Sandoval-Londoño A.,



- Ochoa-Díaz M. R., Aguilar-Castro N., Castañeda-Suárez D., Chavez-Costa A. C., Baigorri-Santacruz A., Torres-Rojas Y. E., Abitia-Cárdenas L. A. (2013). Shark predation on cephalopods in the Mexican and Ecuadorian Pacific Ocean. *Deep-Sea Research II*. 1-11.
- Galván-Magaña, F. (1999). Relaciones tróficas ínterespecificas de la comunidad de depredadores epipelágicos del Océano Pacífico Oriental. Tesis Doctoral. CICESE.
- Galván-Magaña, F., Nienhuis, H. J. y Klimley, A. P. (1989). Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, México. *Calif. Fish and Game*. 75(2): 74-84.
- García-Godos, I. (2001). Patrones morfológicos del otolito *Sagitta* de algunos peces óseos del mar Peruano. *Boletín. Instituto del Mar de Perú*. 20 (1-2), 1-83.
- Garth, J. S. W., Stephenson. (1966). Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. Allan Hancock Monogr. Marine. Biology. 1:1-154.
- Gerking, S. D. (1994). Feeding ecology of fish. *Ecol. of Fish*. Academic Press. 416 p.
- Glynn, P. W. (1961). The first recorded mass standing of pelagic red crabs, *P. plahipes* Monterey Bay, California, since 1859, with notes on their biology. *Calif. Fish and Game*, 47(1):97-101.
- Gorni GR, Loibel S, Goitein R, Amorim AF (2012) Stomach contents analysis of shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) caught off southern Brazil: A Bayesian analysis. *Collect Vol Sci Pap* 68(5): 1933–1937.
- Gruber, S. H. (1977). The visual system of sharks: adaptations and capability. *Amer. Zool.* 17: 453 – 469.



- Gruber, S. H. y A. A. Myrberg. (1977). Approaches to the study of the behavior of sharks. *Amer. Zool.* 17: 471 – 486.
- Heist, E.J., J.A. Musick y J.E. Graves. (1996). Genetic population structure of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) inferred from restriction fragment length polymorphism analysis of mitochondrial DNA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 583-588.
- Hendrickx, M.E. y Salgado-Barragán, J. (1991). Los estomatópodos (crustacea: hoplocarida) del Pacífico Mexicano. *Inst. Ciencias del mar y limnología. Univ. Nal. Auton. México, Publ. Esp.* 10:1-200.
- Hernández-Aguilar, S.B. (2008). Espectro trófico del tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1578) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 79 pp.
- Hoffman M. (1979). The use of Pielou's method to determine sample size in food studies. En J. Lipovsky, J. y C. A. Simenstad (Eds.) *Gutshop '78. Fish food habits studies Proceedings of the Second Pacific Northwest Technical Workshop. Maple Valley. WA. Washington Sea Grant Publ. Univ. Washington. Seattle.* 56-61.
- Horn, H.S. (1966). Measurement of overlap in comparative ecological studies. *Amer. Natur.* 100: 419 - 424.
- Hoyos-Padilla, E. M. (2001). Las áreas de crianza de tiburones en el Caribe y Golfo de México con un enfoque especial a la laguna de Yalahau en Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. UNAM. 90p.
- Hoyos-Padilla, E. M. (2003). Biología reproductiva del Tiburón piloto *Carcharhinus falciformes* (Bibron, 1839) de la costa occidental de B.C.S. Tesis de



- Maestría. CICIMAR. 58 PP.
Hyslop, E. (1980). Stomach contents analysis- a review of methods and their application. J. Fish. Biol., 17: 411 –429.
- Krebs, C. J. (1985). Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. 2ª ed. Harla. México. 753 pp. Labropoulou, M. y A. Eleftheriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. J. Fish. Biol. 50: 324 – 340.
- Lamilla- Gómez, J. (2005). Bycatch: tiburones en peligro. Oceana, 1-16.
- Langton, R. W. (1982). Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus Morta* silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteenth other northwest Atlantic finfish. U.S: Nat. Mar. Fish. Serv. Fish Bull., 80: 745-759.
- Longhurst, A. R. (1967). The biology of mass occurrence of galatheid crustacean and their utilization as a fisheries resources. Proceedings of the world Scientific Conference on the biology and culture of shrimps and prawns. FAO. Fisheries Reports., 57:95-1 10.
- López K. S., Barría M. P. y Meléndez C. R. (2012). Feeding and trophic relationship of two highly migratory sharks in the eastern South Pacific Ocean. PanAmerican Journal of Aquatic Sciences. 7(1): 50-56.
- López S, Melendez R, Barria P (2009) Alimentación del tiburón marrajo (*Isurus oxyrinchus*) en el Pacífico suroriental. Rev Biol Mar Oceanog 44(2): 439–451. doi: 10.4067/s0718-19572009000200017.
- López, G. J. A., Arvizu, J. M. y Gallardo J. (1982). Recurso langostilla. Reunión nacional sobre investigación científica pesquera. Cocoyoc, Mor. México. 28 pp.



- Ludwig, J. y J. Reynolds. (1988). Statistical ecology: a primer on methods and computing. A Wiley-Interscience: Publication John Wiley & Sons, Inc United States of America.
- Maia A, Queiroz N, Correia J, Cabral H (2007) Food habits of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, off the southern coast of Portugal. Environ Biol Fish 77: 157– 167. doi: 10.1007/s10641-006-9067-7.
- Maia, A., Queiroz, N., Correia, J., Cabral, H., (2006). Food habits of the shortfinmako, *Isurus oxyrinchus*, off the southwest coast of Portugal., Volume 77, Number 2, October 2006, pp. 157-167(11).
- Márquez-Farias et al, (2006). Reporte técnico parcial de investigación conjunta entre el instituto nacional de la pesca y el programa Golfo de California de WWF-México.
- Miller, D. J. Lea, R. N. (1972). Guide to the coastal marine fishes of California. California Department of Fish and Game. Fish Bulletin. 157: 249 pp.
- Miller, D. J. y Jorgensen, S. C. (1973). Meristic characters of some marine fishes of the western Atlantic Ocean. California Department. Fishery Bulletin. 71(1): 301-312.
- Mollet, H. F., G. Cliff, H. L. Pratt, Jr., and J. D. Stevens. (2000). Reproductive biology of the female shortfinmako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. Fish.Bull. 98; pp. 299- 318.
- Monod, T. (1968). *Le complexe urophore des poissons teleosteens*. Memories de L'Institute Fundamental D' Affrique Noire. 81: 705 pp.
- Moreno JA (2004) Guía de los tiburones de aguas ibéricas, Atlántico nororiental y Mediterráneo. Barcelona: Omega publ. 315 p.



- Mucientes Sandoval GR, Saborido-Rey F (2008) Acercamiento a la composición de la dieta de *Isurus oxyrinchus* en aguas internacionales del Pacífico sur central. Rev Invest Mar 29(2): 145–150.
- Murillo-Ramos, M., & Manuel, R. (2012). Hábitos alimenticios del tiburón tinto *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque 1810), en el puerto pesquero artesanal de Santa Rosa, Salinas-Ecuador durante enero 2011– noviembre 2011 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2012.).
- Musick, J.A. (1999). Life in the Slow Lane. Am. Fish. Soc. Symp. 23: 2-7
- Nelson Joseph, S. (2006). Fishes of the world. Fourth Edition. John Wiley & Sons. United States of America. 600pp.
- Olson, J. & Galván, F. (2002). Food habits and consumption rates of Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. Fishery Bulletin, 100 (2):279-298.
- Pauly, D., Trites, A., Capuli E. y Christensen, V. (1998) Diet composition and trophic levels of marine mammals. ICES Journal of Marine Science. 55: 467-481.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres Jr. (1998). Fishing down marine food webs. *Science*. 279: 860 -863.
- Pielou, E.C. (1975). Ecological diversity. Wiley, New York.165 pp Robertson D.R. y G.R. Allen. 2002. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: un Sistema de Información. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales Balboa. República de Panamá.
- Pinkas, L., Oliphant, S., & Iverson, I. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fish. Bull., 152: 105 pp.



- Pinkay-Espinoza, J.E. (2014). Descripción de la dieta del tiburón *mako Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en el Pacífico Ecuatoriano. Tesis de Licenciatura. ULEAM. 86 pp.
- Pyllips Jr. (1969). Fish physiology. Academic Press. E. U. Vol. 11. 455 pp.
- Ramírez-González, J. (2002). Captura comercial de tiburones pelàgicos en la costa occidental de B.C. S. Tesis de Licenciatura. UABCS. 56 pp.
- Ribot-Carballal. M. C. (2003). Edad y Crecimiento del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque 1810) capturado en la costa occidental de B.C.S. México. Tesis de Maestría. CICIMAR. 52p.
- Ribot-Carballal, M. C., Galván-Magaña, F. y Quiñónez-Velázquez, C. (2005). Age and growth of the shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus* from the western coast of Baja California Sur, Mexico. Fisheries Research. 76 (2005):14-21.
- Romeu, E. (2001). Conabio México. Tiburón.
<http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/tiburon.htm>
- Roper, C.F.E. and Sweeney, M.J.1992. Family Mastigoeuthidae. Smithsonian Contributions to Zoology. 513: 175-179.
- Sánchez-Cota, J.B. (2013). “Catálogo de esqueletos de peces óseos marinos de importancia comercial en Baja California Sur, México”. Tesis de Licenciatura. UABCS. 272 pp.
- Schmitter-Soto, J.J. (1992). Aspectos autoecológicos de los triglide (Pisces: Scorpaeniformes) en la costa occidental de B. C. S. Tesis de Maestría. CICIMAR. 98 pp.
- Smith P.E. y Zaret M.T. (1982). Bias in estimating niche overlap. Ecol. 65 (5):



- 1248 – 1253.
Sommer, M. (2004). Ecología, Ambiente y Energía. Argentina. <<http://www.ecositio.com.ar>> [2004].
- Stevens. J.D. (1983). Observation on Reproduction in Shortfin mako *Isurus oxyrinchus*. Copeia. (1): 126-130.
- Stillwel, C.E. y N. E. Kohler. (1982). Food, Feeding habits and Estimates of Daily Ration of the Shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. SCI. Vol. 39: 407-414.
- Thomson, D. A., Findley, L. T. y Kerstitch, A. N. (2000). Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California. The University of Texas. New York. 353 p.
- Torres-Orozco. E. (1993). Análisis volumétrico de la masa de agua del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICESE. México. 75pp.
- Torres-Rojas, Y.E. (2006). Hábitos alimenticios y la razón de isotopos estables de carbono y nitrógeno del tiburón *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 107 pp.
- Torres-Rojas, Y.E. (2008). Análisis de Métodos para el Estudio de Nicho Trófico. Ensayo Predoctoral. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 62 - 64pp.
- Vaske-Junior T, Rincón-Filho G (1998) Conteúdo estomacal dos tubarões azul (*Prionace glauca*) e anequim (*Isurus oxyrinchus*) em águas oceânicas no sul do Brasil. Braz J Biol 58(3): 445–452. doi: 10.1590/s0034-71081998000300009



- Velasco-Tarelo, M. (2005). Hábitos alimenticios e isotopos de ^{13}C y ^{15}N del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis doctoral. Instituto Politécnico Nacional, La Paz. 97 p.
- Walker, H. J. Jr. y Rosenblatt, R. H. (1988). Pacific toadfishes of the genus *Porichthys* (Batrachoididae) with descriptions of three new species. *Copeia*. 4: 887-904.
- Wolff, C. A. (1982). A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. *Fishery Bulletin*. 80(2): 357-370.
- Wolff, C. A. (1984). Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS. 17: 50 pp.
- Wootton, R. J. (1990). Ecology of teleost fishes. Chapman y Hall. E. U. A. 404pp.
- Young, R.E., M. Vecchione & D.T. Donovan. (1998). The evolution of celoid chephalods and their present biodiversity and ecology. *South African J. Mar. Sci.*, 20:393420
- Zumaquero Ríos, L. (2017). Comunicación verbal. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

