



Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE DOS ESPECIES DE TIBURONES DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN SANTA ROSALÍA, B.C.S. MÉXICO

TESIS

Que para obtener el título profesional de
Licenciado en Biología Marina

Presenta

Jesús Rodríguez Mayo

Director Externo

Dra. Marina Soledad Irigoyen Arredondo

Co-Director Interno

Dra. Adriana Sandoval Ramírez

Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca,
México, 2024

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Mar, por la información y el respaldo académico brindado, por darme la oportunidad para mi preparación profesional.

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - IPN (CICIMAR-IPN), por el apoyo con las muestras biológicas y el uso de sus instalaciones. Así como todo el apoyo recibido durante el tiempo de la estancia.

A mi directora de tesis, Dra. Marina Soledad Irigoyen Arredondo, gracias por la disposición para dirigir este trabajo. Asimismo, por su apoyo y paciencia para solucionar los problemas que salieron por el trabajo, fue un placer trabajar con usted.

A mi co-directora, Dra. Adriana Sandoval Ramírez, gracias por todos los aportes que brindó para la elaboración de este trabajo, con la mejor disposición. Gracias por la amistad y por la confianza que depositó en mí desde un principio.

Al Dr. Xchel Gabriel Moreno Sánchez, gracias por aceptarme y brindarme los organismos analizados en este trabajo, por estar siempre disponible para resolver cualquier duda e igualmente por su apoyo incondicional, gracias por creer en mí.

A la Dra. Genoveva Cerdaneres Ladrón de Guevara, gracias por brindarme grandes oportunidades de conocer más a fondo el mundo de la pesca, por su apoyo y conocimientos brindados a lo largo de la carrera, gracias por ser de los primeros en brindarme su amistad.

A la Dra. Ana María Torres Huerta, gracias por los consejos brindados en la tesis, así como en mi formación académica, por incluirme al mundo de los tiburones y rayas. Por todo su apoyo y sabiduría durante todo este proceso.

A mis padres Jesús y Blanca, y a mis hermanos, gracias por aceptar y apoyar mis decisiones cuando se trata de mis sueños, gracias por todo el apoyo emocional y amor que me dieron durante todos estos años, para por fin poder finalizar este gran paso en mi vida, los amo.

A Liliana, gracias por todos los desvelos, alegrías y tristezas a lo largo de este trabajo. Al igual a mis pequeñas por estar conmigo cuando trabajaba, gracias por hacer esto menos pesado.

Al Laboratorio de Ictiología y Biología Pesquera de la UMAR, por permitirme hacer uso de su espacio. A todos los compañeros del laboratorio por el apoyo y los conocimientos sobre los peces y cefalópodos.

A mis amigos: Marcia, Arely, Carmen, Naye, Noemí, Juanito, Alin, Juan de Dios, Axel, Sergio, Tencha, Uli. A todos ellos por ser mi otra familia y pasar momentos inolvidables.

A mis compañeros que estuvieron en todo momento durante la carrera.

A todo el personal de la UMAR, por la ayuda con los diferentes tramites y el apoyo en todo este proceso.

A todos los que estuvieron durante todo este proceso, muchas gracias.

ÍNDICE

I. LISTA DE FIGURAS.....	IV
II. LISTA DE TABLAS	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1. Tiburón mamón <i>Mustelus henlei</i>	3
2.2. Tiburón martillo común <i>Sphyrna lewini</i>	4
3. HIPÓTESIS.....	8
4. OBJETIVOS	9
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
4.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	9
5. MATERIAL Y MÉTODOS	10
5.1. ÁREA DE ESTUDIO.....	10
5.2. TRABAJO DE CAMPO.....	11
5.3. TRABAJO DE LABORATORIO.....	12
5.4. TRABAJO DE GABINETE.....	15
5.4.1. Estructura de tallas y proporción de sexos	15
5.4.2. Representatividad del tamaño de muestra	15

5.4.3.	Importancia de los componentes alimentarios en la dieta	16
5.4.3.1.	Frecuencia de ocurrencia (%FO).....	16
5.4.3.2.	Abundancia específica de la presa (%PN, %PP)	17
5.4.3.3.	Índice de importancia relativa específica de la presa (PSIRI).....	17
5.4.3.4.	Amplitud de nicho (B_i).....	17
5.4.3.5.	Estrategia alimentaria.....	18
5.4.3.6.	Nivel trófico (NT).....	19
5.4.3.7.	Índice de Morisita-Horn (C_λ).....	20
6.	RESULTADOS	21
6.1.	Tiburón mamón <i>Mustelus henlei</i>	21
6.1.1.	Espectro trófico general	23
6.1.2.	Espectro trófico entre sexos	26
6.1.3.	Espectro trófico entre estados de madurez	30
6.1.4.	Amplitud de nicho trófico y estrategia alimentaria.....	34
6.1.5.	Nivel trófico	35
6.1.6.	Traslapo trófico	35
6.2.	Tiburón martillo común <i>Sphyrna lewini</i>	35
6.2.1.	Espectro trófico general	38
6.2.2.	Espectro trófico entre sexos	42
6.2.3.	Amplitud de nicho y estrategia alimentaria	46

6.2.4. Nivel trófico	47
6.2.5. Traslapo trófico	47
7. DISCUSIÓN	48
7.1. Tiburón mamón <i>Mustelus henlei</i>	48
7.1.1. Composición de la dieta.....	49
7.2. Tiburón martillo común <i>Sphyrna lewini</i>	51
7.2.1. Composición de la dieta.....	52
8. CONCLUSIONES	55
9. REFERENCIAS	56

I. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio: Santa Rosalía, B.C.S., México.	11
Figura 2. A) Laboratorio de docencia 2 en CICIMAR-IPN, B) Otolito de la familia Bothidae, C) estómago de <i>Mustelus henlei</i> , D) Esqueleto de Pez trompeta, E) Peces <i>Eugerres lineatus</i> , <i>Trachinotus rhodopus</i> y picos de calamar, F) Pico de calamar, G) Crustáceo <i>Callinectes</i> spp. y restos de peces, H) Pez <i>Porichthys</i> spp.	13
Figura 3. Gráfica de la interpretación de la estrategia alimentaria según Amundsen <i>et al.</i> (1996).	19
Figura 4. Frecuencia de tallas de hembras y machos de <i>Mustelus henlei</i> en Santa Rosalía, B.C.S., México.....	21
Figura 5. Proporción de hembras y machos de <i>Mustelus henlei</i> en Santa Rosalía, B.C.S., México.....	21
Figura 6. Porcentajes de llenado de los estómagos de <i>Mustelus henlei</i> por categoría de llenado.	22
Figura 7. Estado de digestión de las presas de <i>Mustelus henlei</i>	22
Figura 8. Curva de acumulación de presas para <i>Mustelus henlei</i>	23
Figura 9. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de <i>Mustelus henlei</i>	25
Figura 10. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de <i>Mustelus henlei</i> para hembras (a) y machos (b).	28
Figura 11. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de <i>Mustelus henlei</i> para juveniles (a) y adultos (b).	32

Figura 12. Gráfica de Amundsen para <i>Mustelus henlei</i> en Santa Rosalía, B.C.S., México.	35
Figura 13. Frecuencia de tallas de hembras y machos de <i>Sphyrna lewini</i> en Santa Rosalía, B.C.S., México.....	36
Figura 14. Proporción de tallas de hembras y machos de <i>Sphyrna lewini</i> en Santa Rosalía, B.C.S., México.....	36
Figura 15. Porcentajes de llenado de los estómagos de <i>Sphyrna lewini</i> por categoría de llenado.	37
Figura 16. Estado de digestión de las presas de <i>Sphyrna lewini</i>	37
Figura 17. Curva de acumulación de presas para <i>Sphyrna lewini</i>	38
Figura 18. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de <i>Sphyrna lewini</i>	40
Figura 19. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de <i>Sphyrna lewini</i> para hembras (a) y machos (b).	44
Figura 20. Gráfica de Amundsen para <i>Sphyrna lewini</i> en Santa Rosalía, B.C.S., México.	47

II. LISTA DE TABLAS

Tabla I. Coeficiente de variación por categorías de *Mustelus henlei*. 23

Tabla II. Espectro trófico del tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI). 25

Tabla III. Espectro trófico de las hembras de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI). 29

Tabla IV. Espectro trófico de los machos de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI). 30

Tabla V. Espectro trófico de los juveniles de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la

presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI)..... 33

Tabla VI. Espectro trófico de los Adultos de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI)..... 34

Tabla VII. Coeficiente de variación por categorías de *Sphyrna lewini*..... 38

Tabla VIII. Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI). 40

Tabla IX. Espectro trófico en las hembras de tiburón martillo *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI)..... 45

Tabla X. Espectro trófico en los machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método

gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI)..... 46

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación de los organismos es uno de los procesos biológicos más importantes para su supervivencia, ya que, sin la energía que obtienen de las presas, no les sería posible llevar a cabo procesos vitales como el crecimiento, la reproducción, entre otros (Cabrera-Meléndez, 2017). El estudio de los hábitos alimenticios en los organismos, permite conocer el papel funcional dentro de las comunidades marinas de las que forman parte, así mismo, aporta información de las zonas de alimentación y las áreas de crianza (Estupiñán-Montaña *et al.*, 2009).

El método fundamental para estudiar los hábitos alimenticios es utilizar contenidos estomacales, de esta forma se pueden identificar las presas que componen la dieta de un organismo (Peña-Moreno, 2020). Estos estudios pueden presentar algunas limitaciones como son los distintos estados de digestión de las presas. Esto puede hacer que se piense que su aporte a la alimentación del tiburón es mayor de lo que realmente es (Santos *et al.*, 2001).

Los tiburones son un grupo de peces cartilaginosos que pertenecen a la clase Chondrichthyes. Gran parte de los tiburones presentan crecimiento lento, baja fecundidad, madurez tardía y largos periodos de gestación, por lo cual son sensibles a la sobreexplotación (Peña-Moreno, 2020). Estos organismos son considerados uno de los máximos depredadores, ya que ocupan posiciones en todos los niveles tróficos superiores dentro de las redes tróficas marinas (Navia *et al.*, 2010). La relación depredador-presa que tienen estas especies es de gran importancia ecológica en los ecosistemas marinos, porque regulan potencialmente las poblaciones de otros organismos, por medio de la depredación y contribuyen en la distribución y abundancia de las poblaciones presa (Navia *et al.*, 2007).

Los tiburones pueden cambiar sus fuentes de alimento a lo largo de su vida, de acuerdo con sus requerimientos energéticos. Esto implica que existan variaciones en sus dietas a nivel intraespecífico, efecto de factores como la talla,

el sexo, el estado de madurez, los cambios de hábitat, así como la abundancia y disponibilidad de presas en el ambiente marino (Cabrera-Meléndez, 2017; Acosta-Alonso, 2021). Si el alimento es abundante, los tiburones pueden compartir los recursos tróficos con otros depredadores, en caso contrario, donde la abundancia de alimento es baja, la competencia interespecífica por el alimento puede disminuir con ayuda de otros factores como la segregación espacial y temporal (Moreno-Sánchez *et al.*, 2012).

La pesca de tiburón es una actividad importante en México, los tiburones por su volumen de pesca se encuentran en la posición número nueve en la producción pesquera, particularmente Baja California Sur (B.C.S.) tiene el 16% de participación en la pesca de este recurso (SAGARPA, 2022). Dos de las principales especies de tiburón capturadas para uso comercial en México son el tiburón mamón pardo y el tiburón martillo común que se distribuyen en aguas marinas costeras, templadas y tropicales. El tiburón mamón pardo *Mustelus henlei* (Gill, 1863), se distribuye en el Océano Pacífico Oriental, desde el sur de California hasta el Baja California Sur, incluyendo el Golfo de California, así como de Ecuador a Perú. Es una especie abundante en aguas costeras de mares templados y tropicales que vive sobre el fondo de las plataformas, siendo común en bahías cerradas y someras de fondos fangosos y arenosos (Fischer *et al.*, 1995). Estos se alimentan principalmente de crustáceos, peces óseos y moluscos bentónicos (Sánchez-Cota, 2016). Es la segunda especie más representativa en la pesca de elasmobranchios en la costa occidental de B.C.S (Ramírez-Amaroa & Galván-Magaña, 2019). Además, de ser la especie más frecuentemente capturada en el Golfo de California en los estados de Baja California (B.C.), B.C.S., Sonora y Sinaloa (Méndez-Loeza, 2008).

El tiburón martillo común *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834), se distribuye en regiones tropicales y templadas de todo el mundo. Es una especie de aguas estuarinas, marinas costeras y oceánicas (Fischer *et al.* 1995). Los juveniles habitan principalmente áreas costeras llegando a formar agrupaciones con predominancia de hembras; mientras que los adultos viven en solitarios o en

grupos menores; durante el verano realizan migraciones hacia el Golfo de California con fines reproductivos (Torres-Huerta *et al.*, 2008). La dieta de los tiburones juveniles se conforma principalmente de peces bentónicos y neríticos, al igual que calamares epipelágicos; mientras que la dieta de los adultos se conforma principalmente de peces neríticos y epipelágicos, al igual que calamares mesopelágicos (Kristell-Sanchez, 2017). Los juveniles se capturan durante el invierno en áreas costeras, mientras que los adultos se capturan durante el verano en las montañas submarinas del Golfo de California (Aguilar-Castro, 2003).

Debido a la importancia ecológica y económica de los tiburones, el objetivo de este estudio es determinar la composición de la dieta *Sphyrna lewini* y *Mustelus henlei*, proporcionando información sobre el papel ecológico de dichas especies en la red trófica en Santa Rosalía, B.C.S., México.

2. ANTECEDENTES

2.1. Tiburón mamón *Mustelus henlei*

El género *Mustelus* incluye alrededor de 25 especies bentónicas, de las cuales se han registrado cuatro en el Golfo de California (*M. albiginnis*, *M. californicus*, *M. lunulatus* y *M. henlei*) dándoles el nombre común de tiburón cazón o tiburón mamón. Al ser tiburones de tamaño pequeño su nivel de captura es alto, siendo las cuatro especies importantes para la pesca comercial, especialmente para comunidades costeras (Moreno-Sánchez *et al.*, 2012).

El tiburón mamón *M. henlei*, pertenece a la familia Triakidae, presenta una cabeza corta y un cuerpo bastante esbelto, tiene ojos grandes y una coloración generalmente cobrizo-marrón de la parte del dorso, de vientre blanco (Fischer *et al.*, 1995). Se alimenta principalmente de crustáceos y algunos peces óseos, llega a comer poliquetos y moluscos. Es un depredador terciario o mesopredador (Moreno-Sánchez *et al.*, 2012; Rodríguez-Romero *et al.*, 2013).

Méndez-Da Silveira *et al.* (2020) realizaron un estudio de isotopos estables en la costa occidental de B.C.S. reportando que este tiburón presento valores similares entre hembras y machos, indicando una dieta homogénea.

En el Pacífico mexicano Moreno-Sánchez *et al.* (2012) investigaron la dieta del tiburón mamón *Mustelus lunulatus*, capturados en la costa este del Golfo de California, durante el verano de 2011. Los crustáceos *Munida tenella* y *Cancer amphioetus* son las presas preferidas de *M. lunulatus*.

De los estudios que abordan los hábitos alimentarios se incluye el de Gómez *et al.* (2003) quienes realizaron muestreos durante 1988 a 1992 en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia, donde se colectaron muestras de *M. lunulatus* y de *M. henlei*. Ambas especies depredan principalmente los crustáceos *Portunus iridiscens*, *Squilla panamensis* e *Hipoconcha panamensis*.

Posteriormente, en la misma área, Amariles *et al.* (2017) realizaron un estudio de *M. lunulatus* y de *M. henlei*, del 2008 a de 2012. Donde el PSIRI de *M. lunulatus* demuestra que tiene preferencia por el camarón mantis *Squilla panamensis*. En el caso de *M. henlei* tiene preferencia por el grupo Teleostei.

Navia *et al.* (2007) hicieron muestreos en el Pacífico colombiano en 2001. Recolectaron distintas especies de elasmobranchios, entre ellos el tiburón *M. lunulatus*, mencionando que el camarón mantis *Squilla panamensis* fue la principal presa en la dieta de este tiburón.

Rodríguez-Romero *et al.* (2013) elaboraron un estudio de hábitos alimentarios de *Mustelus henlei* en el 2005, en la plataforma continental de Baja California Sur. las presas principales fueron la langostilla *Pleuroncodes planipes* y la macarela *Scomber japonicus*. Se consideró que *M. henlei* era un depredador especialista.

2.2. Tiburón martillo común *Sphyrna lewini*

Sphyrna lewini, pertenece a la familia Sphyrnidae, presenta la cabeza en forma de martillo, tiene cuatro lóbulos en la parte anterior de la cabeza y una pronunciada escotadura mediana en el borde de la cabeza. Tiene una talla común de 3.6 m (Fischer *et al.* 1995). Estos tiburones presentan un comportamiento social común

de formar grupos de más de 100 individuos (entre los que hay juveniles y adultos), la fase inactiva es durante el día, y en las noches comienza su fase activa, donde se dispersan hacia áreas circunvecinas en busca de alimento y para la copula (Klimley *et al.*, 1993; Aguilar-Castro, 2003).

De acuerdo a los aspectos reproductivos de los tiburones martillo *S. lewini* y *S. zygaena* reportados por Carrera-Fernández & Martínez-Ortiz (2007) en Manta, Ecuador. Los machos parecen madurar a los 190 cm LT; mientras que las hembras maduran a los 225 cm LT. En el Pacífico sur mexicano, Alejo-Plata *et al.* (2007) sugieren que las aguas costeras de Oaxaca son zonas de desove y crianza de *S. lewini* por la presencia de neonatos, juveniles y hembras grávidas. Torres-Huerta *et al.* (2008), observaron que también la costa del Golfo de California funciona como zona de crianza para los juveniles, mientras que, la región central y sureste del Golfo de California sugieren que son zonas importantes de nacimiento.

En cuanto a la información pesquera de *Sphyrna lewini* en el Pacífico mexicano, Furlong-Estrada *et al.* (2015), reportaron que *S. lewini* es un recurso pesquero vulnerable a la sobrepesca, por la baja resiliencia que exhibe, y el 75% de las capturas en la pesca artesanal fueron de tiburones que aún no alcanzan su longitud de primera madurez (Coiraton *et al.*, 2017)

Navia *et al.* (2010) desarrollaron una red trófica, donde incluye a *Sphyrna lewini* y otras especies de tiburones, reportando que el tiburón martillo es un depredador de alto nivel trófico.

Castañeda-Suárez & Sandoval-Londoño (2007), evaluaron el espectro trófico del tiburón martillo común en el segundo periodo de 2003, en Manta, Ecuador. Encontraron que los cefalópodos son las presas principales y debido a la biología de las presas se considera que la alimentación de *S. lewini* ocurre principalmente en las noches en la zona oceánica. Establecieron un patrón trófico determinado por la variación en la dieta por talla y sexo. Estos tiburones

presentaron un nivel de traslapo bajo entre sexos y tallas. La amplitud de la dieta, fue estrecha, por lo que se puede considerar que son tiburones especialistas.

Estupiñán-Montaña *et al.* (2009), estudiaron la dieta de *S. lewini*, en el pacífico ecuatoriano, en el lapso de enero a diciembre de 2004. Consideraron que *S. lewini* es un depredador que en la etapa adulta se alimenta principalmente de presas de hábitat oceánico, siendo los cefalópodos (*Hisyoteuthis* spp., *Dosidicus gigas* y *Octopus* spp.) sus principales presas. Mientras que los tiburones juveniles se alimentan de presas en hábitats costeros y bentónicos, siendo los peces y los crustáceos el alimento principal, también se alimenta de calamares en zonas oceánicas al igual que los adultos. La amplitud de nicho para ambos estadios de madurez fue especialista. La dieta entre hembras y machos fue similar.

Loor-Andrade (2013), determino la ecología trófica basada en isotopos estables de *S. zygaena* y *S. lewini* en el Pacífico de Ecuador. Reportando que *D. gigas* es la presa que presentó mayor contribución, mencionando que el nivel trófico de *S. lewini* tiene un valor de 4.0.

Perez-Guadamud (2022), realizó un análisis del contenido estomacal de juveniles de *Sphyrna lewini* en la Reserva Marina Puerto Cabuyal en Ecuador, menciona que este tiburón tiene preferencia por los peces óseos y cefalópodos como el calamar *Sthenoteuthis oualaniensis*; siendo este un depredador especialista y con un nivel trófico terciario, de igual forma, señala que tiene un traslapo trófico alto entre sexos, indicando que comparten la zona d alimentación.

Zanella-Cesarotto *et al.* (2010), reportaron la alimentación de *S. lewini* juveniles en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Mencionaron que los calamares de la familia Loliginidae fueron el componente alimenticio más importante en la dieta del tiburón martillo.

Marchetti-Dolphine (2014), hizo un estudio de hábitos alimenticios de *S. lewini*, en Brasil en los años 2012 a 2014. Observó que los peces fueron el componente alimenticio más importante. También reportó que este tiburón tiene

una amplitud de nicho estrecho y que hay un traslapo alto entre hembras y machos.

Asimismo, Flores-Martínez *et al.* (2016), compararon la dieta de *S. lewini* y *Carcharhinus falciformis* en la costa sureste de México en 2011. Obtuvieron como resultado que el pez *Chloroscombrus orqueta* es la presa más importante en la dieta del tiburón martillo, con respecto a su amplitud de nicho obtuvieron que es un tiburón generalista, siendo un depredador terciario, declarando que estos tiburones tienen preferencias de alimentación distintas, por lo tanto, no tienen una superposición trófica entre especies.

Cerca del área de estudio, en el sur del Golfo de California Klimley *et al.* (1993), reportaron los movimientos verticales y horizontales de *S. lewini*, mencionando que este tiburón realiza inmersiones en el intervalo de profundidad de 50 a 450 m y en un intervalo de distancia fue de 4 a 20 km. Sugiriendo que tienen rutas designadas para ir a sus zonas preferidas de alimento.

Besnard L. (2022) realizó un análisis de isotopos estables de distintos tiburones, entre ellos el tiburón martillo común, este estudio se hizo en distintas costas de B.C.S., incluyendo Santa Rosalía. Mencionando que este depredador tiene un nicho trófico estrecho. Por otro lado, señala que es probable que el tiburón martillo haga movimiento hacia la zona pelágica para ir a zonas de alimentación.

Aguilar-Castro (2003) hizo muestreos del 2000-2002, considerando que la Bahía de La Paz es una zona temporal de alimentación de *Sphyrna lewini*, y analizó tiburones juveniles de dicha especie con una talla no mayor a los 150 cm. A partir de sus resultados, se observó que los juveniles de *Sphyrna lewini* se alimentan principalmente de peces (*Scomber japonicus*, *Synodus evermanni*, *Sardinops caeruleus*, *Auxis thazard*), argumentando que son depredadores especialistas y también se observó un traslapo significativo en la dieta entre sexos debido al consumo de *Dosidicus gigas*, *Abraliopss affnis*, *Scomber japonicus* y *Synodus evermanni*.

Torres-Rojas *et al.* (2007) revisaron el contenido estomacal, se *S. lewini* con longitudes que van de 48 a 160 cm de LT, durante octubre de 2000 a abril de 2005, frente a Mazatlán, en el sur del Golfo de California. Observaron que la dieta de este tiburón está compuesta principalmente por calamares (*Loliolopsis diomedea*) y peces (Carangidae y Gerreidae). Indican que el tiburón martillo común es un depredador generalista con un comportamiento de alimentación no selectivo.

En el Pacífico sur mexicano García-Fernández (2018) analizó los cambios tróficos de *S. lewini* durante el desarrollo ontogénico utilizando isotopos ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) en vértebras. Las muestras se obtuvieron del 2004 a 2006, en el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca. Propone que hay cambios en la dieta conforme avanza el desarrollo ontogénico, demostrando que hay un desplazamiento a zonas pelágicas donde hay menor productividad primaria, así también se sugiere que las hembras inician ese desplazamiento antes que los machos.

3. HIPÓTESIS

La dieta de ambas especies está determinada por las diferencias en el uso de hábitat: la dieta de *Mustelus henlei* que es una especie de hábitos bentónicos, mostrará una preferencia por crustáceos y peces bentónicos; mientras que *Sphyrna lewini* que es una especie de hábitos costeros y pelágicos, mostrará preferencia por calamares y peces.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL



Determinar la composición de la dieta y uso de hábitat de *Mustelus henlei* y *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, B.C.S., México, a partir del análisis del contenido estomacal.

4.2. OBJETIVOS PARTICULARES



Identificar las presas más importantes de la dieta de *Mustelus henlei* y *Sphyrna lewini*.



Establecer la amplitud de nicho y estrategias alimentarias de acuerdo con las gráficas e Amundsen de ambos depredadores.



Determinar el nivel trófico de ambas especies de tiburones.



Determinar el traslapo de las dietas entre ambas especies en función del sexo y talla.



Establecer el uso de hábitat de ambas especies de acuerdo con las presas principales en ambos tiburones.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de California, se ubica al noroeste de México, siendo un mar interior que separa la Península de Baja California de la parte continental mexicana. Tiene una longitud aproximada de 1 500 Km y un ancho de 117-205 Km (Ayala-Bocos *et al.*, 2016). Limita al este con los estados de Sonora y Sinaloa y al oeste con la península de Baja California. En el sur, el Golfo de California está en comunicación abierta con el Océano Pacífico (Heras-Sánchez *et al.*, 2019). Se considera al golfo como una cuenca de evaporación, ya que tiene condiciones especiales de entrada y salida, mezcla y hundimiento de las masas de agua, así formando frenes y giros que cambian conforme a la profundidad y temporada climática (Quiroga-Samaniego, 2020).

La región presenta diversos ecosistemas costeros como: planicies arenosas, manglares, mantos de rodolitos, estuarios y arrecifes rocosos y coralinos. Siendo un área de gran biodiversidad y de gran importancia para las pesquerías artesanales en México (Ayala-Bocos *et al.*, 2016).

El puerto de Santa Rosalía se encuentra entre las coordenadas 27° 19' N y 112° 15' O. El agua del mar en esta localidad presenta una salinidad de 35-36 ppm. En este sitio se mezcla el agua de la parte norte del Golfo de California y el agua que entra del Pacífico (Pérez-Rojo 2016; Pérez-Rojo *et al.*, 2022). El tipo de clima es semiárido con una temperatura superficial en la cuenca que registra un comportamiento estacional, los valores mínimos se presentan en invierno con 14-18°C y aumentan progresivamente en verano hasta 31°C (García-Pámanes *et al.*, 2011). Presenta precipitaciones escasas, con una media anual de 117.2 mm. En la zona se reportan la presencia de arroyos efímeros que transportan cierta cantidad de agua durante los meses de precipitación (Rodríguez-Figueroa, 2004).



Figura 1. Área de estudio: Santa Rosalía, B.C.S., México.

5.2. TRABAJO DE CAMPO

Las muestras de estómagos de *Mustelus henlei* y de *Sphyrna lewini*, se obtuvieron con el apoyo de los proyectos SIP IPN 20160319, 20170476, 20181693 y 20195335, de donde salieron los fondos para los muestreos y compra del equipo (estuches de disección, bolsas, hielera, etc.) que se ocupó, los tiburones obtenidos fueron de las capturas de pesca ribereña comercial, que opera en el puerto de Santa Rosalía, desde agosto de 2016 a febrero de 2019, respetando las vedas. Las capturas del tiburón mamón se realizaron con redes de en malle de fondo con 10 y 20 cm de luz de malla, a profundidades entre 6 y 55 m. Por otro

lado, las capturas del tiburón martillo común fueron con redes de en malle con luz de malla de 15 a 20 cm, a una distancia de 5 a 6 millas de la costa y una profundidad de 70 a 110 m.

Para cada uno de los organismos capturados se registró la siguiente información: la longitud total (LT) en cm (desde la punta del hocico hasta la punta del lóbulo superior de la aleta caudal), peso total (PT) en kg, y sexo, el cual se determinó por medio de características sexuales externas (presencia de gonopterigios en los machos y ausencia en las hembras). Se hizo una disección en la parte ventral del organismo para extraer las vísceras, las cuales colocaron en una hielera, para ser trasladadas al almacén del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) y posteriormente ser revisados en el laboratorio de docencia 2.

5.3. TRABAJO DE LABORATORIO

El trabajo de laboratorio se realizó en el laboratorio de docencia 2 en el CICIMAR-IPN y en el laboratorio de Ictiología y Biología Pesquera (LIBP) en la Universidad del Mar (UMAR) campus Puerto Ángel.

Se realizaron cortes longitudinales en cada estómago para analizar su contenido estomacal. El contenido se separó por grupo taxonómico y se identificó hasta el mínimo taxón posible usando claves especializadas. En el caso de los peces, se utilizó su morfología externa, esqueleto, y otolitos; para los peces que presentaron un estado de digestión mínimo se utilizó las claves y trabajos de (Fischer *et al.*, 1995). Mientras que para los organismos que presentaron un alto grado de digestión, se utilizó la colección de esqueletos de peces del laboratorio de Ictiología y Biología Pesquera de la UMAR y catálogos de otolitos (Díaz-Murillo, 2006; García-Godos Naveda, 2001; Mascareñas-Osorio, 2002; Oré-Villalba, 2017; Tuset *et al.*, 2008). Los crustáceos se identificaron con claves (Fischer *et al.*, 1995; Pérez Farfante, 1988). Los moluscos se identificaron con claves (Fischer *et al.*, 1995), y en el caso particular de cefalópodos se utilizaron otras claves (Wolff, 1984; Xavier & Cherel, 2009).



Figura 2. A) Laboratorio de docencia 2 en CICIMAR-IPN, B) Otolito de la familia Bothidae, C) estómago de *Mustelus henlei*, D) Esqueleto de Pez trompeta, E) Peces *Eugerres lineatus*, *Trachinotus rhodopus* y picos de calamar, F) Pico de calamar, G) Crustáceo *Callinectes* spp. y restos de peces, H) Pez *Porichthys* spp.

Se calculó la proporción de llenado de los estómagos utilizando valores de 0 a 4 con base en la escala propuesta por Stillwell & Kohler (1982):

0 = indica un estómago vacío.

1 = Estómago al 25% de llenado.

2 = Estómago al 50% de llenado.

3 = Estómago al 75% de llenado.

4 = Estómago al 100% de llenado.

Se contabilizó y pesó cada ítem, asimismo se registró su grado de digestión de acuerdo con la siguiente clasificación:

Grado 1 (Fresco): presas completas, con características morfológicas externas intactas.

Grado 2 (Intermedio): presas sin sus características morfológicas externas (piel, escamas, aletas), con presencia de músculo y esqueleto completo.

Grado 3 (Avanzado): se encontraba únicamente el esqueleto, caparazones y conchas.

Grado 4 (Digerido): partes aisladas del cuerpo del organismo tanto esqueletos como los exoesqueletos, también otolitos de peces, picos de cefalópodos.

Grado 5 (MONI): Materia Orgánica No Identificada.

5.4. TRABAJO DE GABINETE

5.4.1. Estructura de tallas y proporción de sexos

Se comparó la talla promedio de los especímenes por sexos. Para determinar qué pruebas estadísticas (paramétricas o no paramétricas) utilizar para determinar si hay diferencias en la distribución de tamaños entre machos y hembras, se determinó la distribución de los datos por medio de la prueba de normalidad de Shapiro y Kolmogorov-Smirnov. La hipótesis nula (H_0) fue que los datos presentan una distribución normal, mientras que la hipótesis alternativa (H_a) es que los datos no se distribuyen de acuerdo con un modelo de probabilidad normal. Si p es menor o igual que 0.05 se rechaza la hipótesis nula.

Los datos de longitud total se utilizaron para obtener los intervalos de talla de las muestras. Estos datos fueron agrupados y representados en un histograma con intervalos de tamaño de 4 cm.

La proporción de sexos se determinó dividiendo el número de hembras entre machos. Para conocer si la proporción sexual mantenía una relación de 1:1 se utilizó una prueba de χ^2 . Este análisis se realizó de manera total para ambas especies.

5.4.2. Representatividad del tamaño de muestra

Se construyó una curva de acumulación de presas para determinar si el tamaño de la muestra es representativo de las dietas de los tiburones. Esta curva se generó con los datos obtenidos con el programa Estimates (Colwell, 2006), aplicando 1000 iteraciones a los valores de riqueza de especies en los estómagos analizados.

Si la curva alcanza su asíntota, se considera que la dieta está bien representada, en ese punto la diversidad se mantiene estable, aunque aumente el número de muestras. Se calculó el coeficiente de variación (CV) de los últimos cuatro puntos de la pendiente, si valor del CV es menor o igual que 0.05, el número de estómagos examinados se consideró adecuado para representar la dieta (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Para evaluar la representatividad del tamaño de la muestra se utilizó la función de Clench (Soberón & Llorente, 1993):

$$Sn = \frac{(a \times n)}{1 + b \times n}$$

Donde:

Sn = el número de especies acumuladas.

n = el número de estómagos muestreados.

a y b = son parámetros del modelo.

Esta ecuación se realizó en el programa Statistica (versión 7.0).

5.4.3. Importancia de los componentes alimentarios en la dieta

Para determinar la importancia de cada una de las presas que conforman la dieta de ambos tiburones, se aplicaron tres métodos simples y uno compuesto, propuesto por Brown *et al.* (2011).

5.4.3.1. Frecuencia de ocurrencia (%FO)

La frecuencia de ocurrencia expresa el número de estómagos en los que se presentó una categoría presa específica respecto al número total de estómagos con alimento. Los resultados se expresaron en porcentaje, con:

$$FO = \frac{n_i}{n} \times 100$$

Donde:

FO = Frecuencia de ocurrencia

n_i = Número de estómagos en los que se presentó la presa.

n = Número total de estómagos que tuvieron alimento.

5.4.3.2. Abundancia específica de la presa (%PN, %PP)

Se emplea para determinar la abundancia en número (%PN) y peso (%PP) de una categoría presa específica respecto al número total de estómagos en los que aparece. Se expresa como un porcentaje.

$$\%PA_i = \frac{\sum_{j=1}^n \%A_i}{n_i}$$

Donde:

%PA = Abundancia específica de la presa.

A_i = Abundancia en número o peso de la categoría presa *i* en el estómago del depredador *j*.

n_i = Número de estómagos en los que se presentó la presa *i*.

5.4.3.3. Índice de importancia relativa específica de la presa (PSIRI)

Este índice, propuesto por Brown *et al.* (2011), incorpora la frecuencia de ocurrencia (%FO), la abundancia específica en número (%PN) y la abundancia específica en peso (%PP), en una sola medición, con el fin de evaluar la importancia de cada presa en la dieta de cada tiburón de manera integral, se representa con la siguiente formula:

$$\%PSIRI = \%FO * \frac{(\%PN + \%PP)}{2}$$

Donde:

%PSIRI = porcentaje del índice de importancia relativa específica de la presa.

%PN = porcentaje de la abundancia específica en número.

%PP = porcentaje de la abundancia específica en peso.

%FO = porcentaje de la frecuencia de ocurrencia.

5.4.3.4. Amplitud de nicho (B_i)

Se utilizó el índice de Levin propuesto por Krebs (1999) para calcular la amplitud del nicho trófico de cada depredador. Este índice considera valores de 0 a 1.

Valores cercanos a 0 indican que el depredador es especialista, lo que significa que tiene una preferencia por unas presas más que otras; mientras que valores cercanos a 1 se refieren a un depredador generalista, es decir que depreda varias presas sin preferencias, por lo que su amplitud de nicho trófico es alta. Este índice se calculó con la siguiente fórmula:

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

Donde:

B_i = índice de Levin del depredador

n = número total de presas

P_{ij} = proporción de cada una de las presas

5.4.3.5. Estrategia alimentaria

Para evaluar la estrategia alimentaria se realizó el gráfico de Costello (1990), modificado por Amundsen *et al.* (1996). Está nos muestra la abundancia específica de la presa (eje y) contra la frecuencia de aparición de las presas (eje x). Este gráfico representa: la contribución de cada presa, si es alta entre individuos (zona superior izquierda) o alta individualmente (zona inferior derecha), al igual la importancia de las presas, ya sea presas dominantes (zona superior derecha) o presas raras (zona inferior izquierda) y la estrategia alimenticia, especialista (zona superior) o generalista (zona inferior) (Fig. 3).

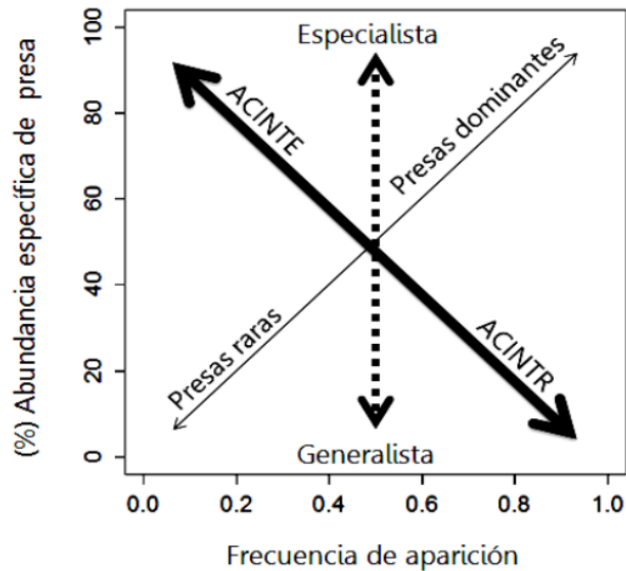


Figura 3. Gráfica de la interpretación de la estrategia alimentaria según Amundsen *et al.* (1996).

5.4.3.6. Nivel trófico (NT)

El nivel trófico propuesto por Cortés (1999) se ocupó para predecir en qué posición se encuentran los depredadores dentro de la cadena trófica.

$$NT = 1 + \left(\sum_{j=1}^n P_j * NT_j \right)$$

Donde:

P_j = Proporción que cada categoría de presa tiene en la dieta del depredador.

NT_j = Nivel trófico de cada categoría de presa j .

Valores de 1 a 1.99 corresponden a productores, de 2 a 2.99 a consumidores primarios, de 3 a 3.99 a consumidores secundarios y de 4 a 4.99 a consumidores terciarios. Los valores del NT de las presas identificadas se obtuvieron de la página Sea Around Us (Pauly *et al.*, 2020) y para las presas que no se identificaron se ocuparon los valores de NT para los peces (3.24), los cefalópodos (3.2), los crustáceos (2.52) y otros moluscos excluyendo los cefalópodos (2.1), del trabajo de Cortes (1999).

5.4.3.7. Índice de Morisita-Horn ($C\lambda$)

Mediante el índice de Morisita-Horn (Horn, 1966; Smith & Zaret, 1982), se calculó el traslapamiento trófico entre sexos. Esto es para conocer si existen diferencias en la dieta entre hembras y machos de *M. henlei* y *S. lewini*.

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} * P_{yi})}{\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2}$$

Donde:

P_{xi} = Proporción de la presa i del total de presas usadas por el depredador x .

P_{yi} = Proporción de la presa i del total de presas usadas por el depredador y .

Valores entre 0-0.29 indican que no hay traslapo y por tanto las dietas son diferentes, de 0.3-0.65 indican un traslapo intermedio y de 0.66-1.0 indican que hay un traslapo alto. Los análisis se realizarán en R Studio, y consistió es 1000 simulaciones del índice utilizando el algoritmo RA3 (Gotelli *et al.*, 2014).

6. RESULTADOS

6.1. Tiburón mamón *Mustelus henlei*

Se colectaron 36 individuos de *M. henlei*, de los cuales se obtuvieron las tallas de 34 de ellos. La estructura de tallas osciló de 51 a 118 cm LT (Fig. 4).

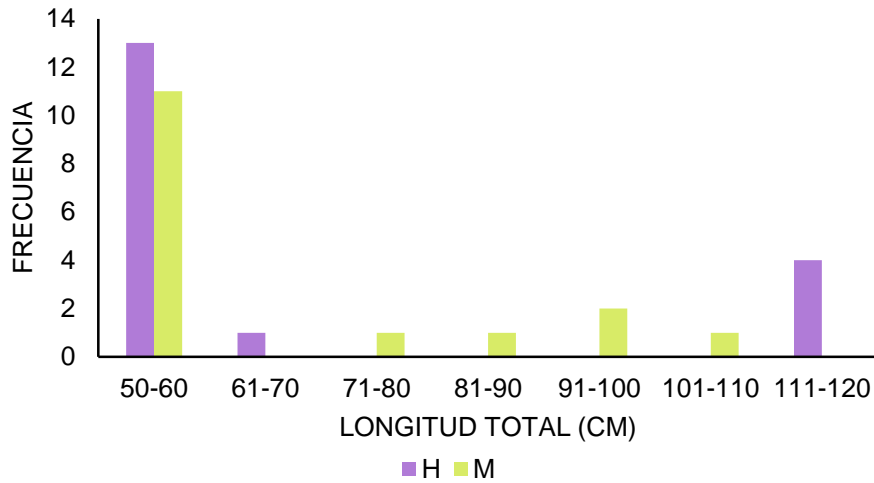


Figura 4. Frecuencia de tallas de hembras y machos de *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, B.C.S., México.

La proporción de las hembras no difirió significativamente en comparación con la de los machos predicha de 1:1 ($\chi^2 = 0.12$, $p = 0.73$) (Fig. 5).

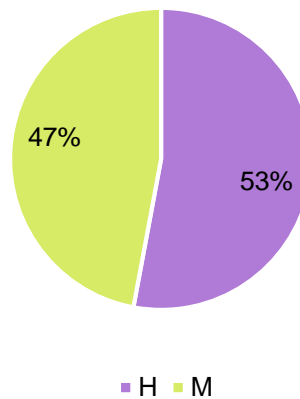


Figura 5. Proporción de hembras y machos de *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, B.C.S., México.

Del total de estómagos ($n= 36$) de *M. henlei* 10 estuvieron vacíos (27.78%), 22 tuvieron alimento (55.55%) y 4 tuvieron solo materia orgánica no identificable (MONI) (16.67%) (Fig. 6).

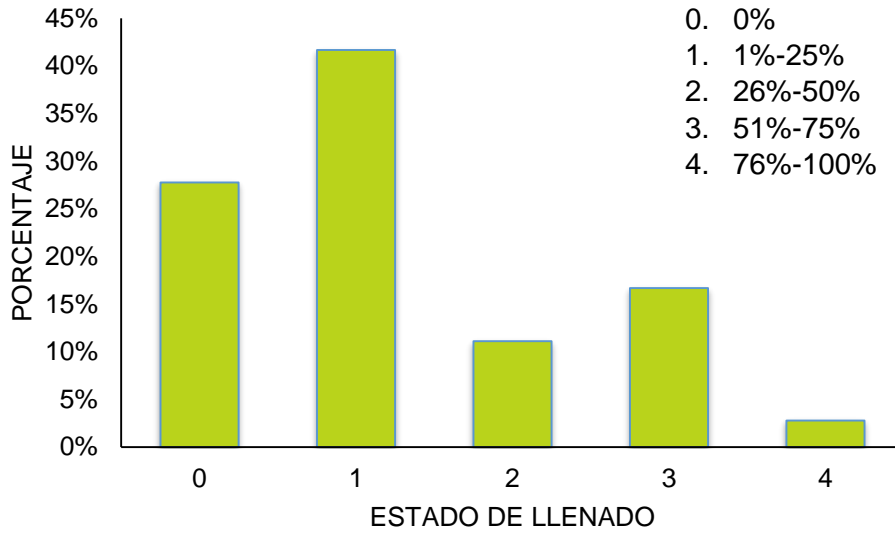


Figura 6. Porcentajes de llenado de los estómagos de *Mustelus henlei* por categoría de llenado.

El estado de digestión de las presas tuvo un grado avanzado, por lo que no se registró presas en grado 1 y 2 (Fig. 7).

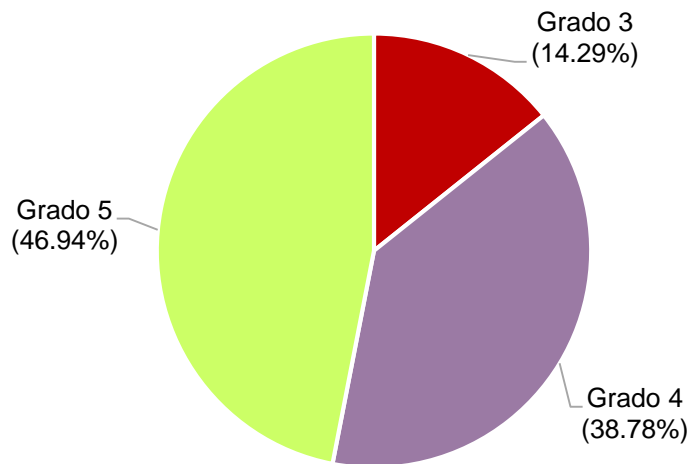


Figura 7. Estado de digestión de las presas de *Mustelus henlei*.

La curva de acumulación de presas de *M. henlei* alcanzó la asíntota, indicando que el número de estómagos con alimento fue suficiente para caracterizar su espectro trófico, el estómago 21 se alcanzó un C.V.= 0.033 (Fig. 8).

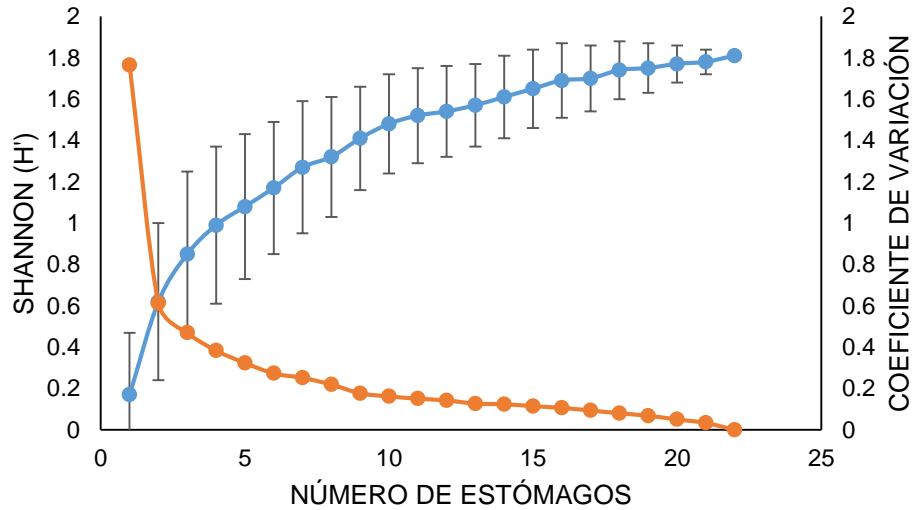


Figura 8. Curva de acumulación de presas para *Mustelus henlei*.

Tabla I. Coeficiente de variación por categorías de *Mustelus henlei*.

Categoría	No. de estómagos	No. de estómagos con alimento	No. de presas	C.V.
General	36	22	12	< 0.05
Hembras	18	11	8	> 0.05
Machos	16	10	6	> 0.05
Juveniles	24	14	9	> 0.05
Adultos	10	7	4	> 0.05

6.1.1. Espectro trófico general

El espectro trófico de *M. henlei* determinado a través de los estómagos examinados está conformado por 12 ítems presa que pertenecen a tres grupos taxonómicos: peces (10), crustáceos (1) y moluscos (1), representados en nueve familias, siete géneros y una especie (Tabla I).

Conforme al método de frecuencia de ocurrencia (%FO), la frecuencia de las presas en los estómagos estuvo integrada por los peces con el 85.19%, gasterópodos 11.11% y por último los crustáceos 3.7%. Los restos de peces fueron los más frecuentes con 51.85%, seguido del caracol *Cantharus* spp. con 11.11%. El resto de las especies presa presentaron un porcentaje de 4.54% cada una, teniendo un total del 37.04% (Tabla I).

En cuanto al método numérico (%N), se contabilizaron un total de 32 componentes presa, la categoría más representativa fueron los peces con 87.5%. Referente a los componentes de peces, el de mayor valor porcentual fueron los restos de peces con 43.75%, seguido del pez *Scomber japonicus* con 18.75%, mientras que los demás peces representan el 25% (Tabla I).

De acuerdo con el método gravimétrico (%P), las presas representaron un total de 331.9 g. El componente presa que obtuvo una mayor importancia en la biomasa fueron los peces con 96.99%. Las especies de peces *Aulostomus* spp. con 11.39% y el *Scomber japonicus* con 5.18%. Los restos de peces representan el 71.23% (Tabla I).

De acuerdo al índice de importancia relativa específica de la presa (%PSIRI), los peces fueron los más representativos con el 89.46%, seguido por los gasterópodos (7.15%) y el crustáceo (3.39%). Los restos de peces registraron los valores porcentuales más altos (55.71%), por lo fueron el componente alimenticio más importante en la dieta de *M. henlei*; seguido del gasterópodo *Cantharus* spp. con 7.15% de importancia; los peces *Scomber japonicus* (4.55%) y *Aulostomus* spp. (4.55%). Los restos de peces no pudieron ser identificados hasta el nivel de especie o familia debido al grado de digestión avanzado que presentaron (Fig. 9) (Tabla I).

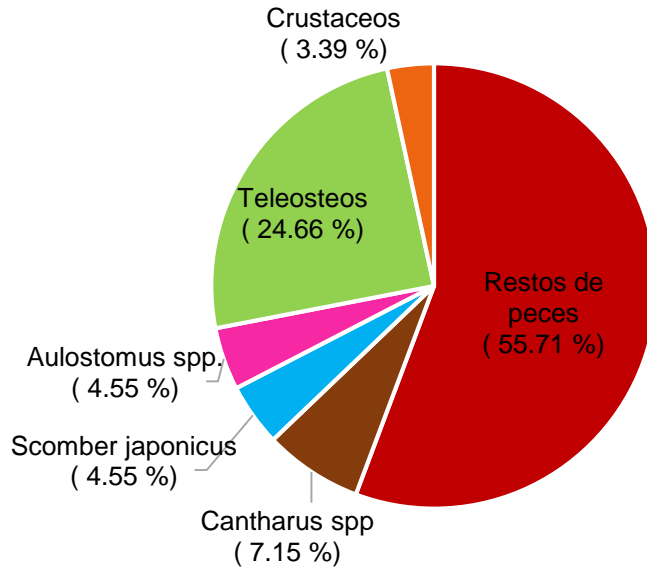


Figura 9. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de *Mustelus henlei*.

Tabla III. Espectro trófico del tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
MOLLUSCA								
Gastropoda								
<i>Cantharus</i> spp.	0.14	13.64	3	66.67	0.3	38.23	0.07	7.15
CRUSTACEA								
Dendrobranchiata	0.05	4.55	1	50	9.7	98.98	0.03	3.39
CHORDATA								
Teleostei								
Aulostomidae								
<i>Aulostomus</i> spp	0.05	4.55	1	100	37.8	100	0.05	4.55
Bothidae								
	0.05	4.55	1	50	2.7	96.43	0.03	3.33
Serranidae								
<i>Diplectrum</i> spp.	0.05	4.55	1	50	6.40	9.68	0.01	1.36
<i>Hemanthias</i> spp.	0.05	4.55	1	100	6.3	100	0.05	4.55

Tabla II (continuación)								
Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
Hemiramphidae	0.05	4.55	1	100	0.1	100	0.05	4.55
Holocentridae	0.05	4.55	1	100	4.1	100	0.05	4.55
Belonidae								
<i>Strongylura</i> spp.	0.05	4.55	1	50	3.3	28.95	0.02	1.79
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	0.05	4.55	6	100	17.2	100	0.05	4.55
Paralichthyidae								
<i>Xystreurys</i> spp.	0.05	4.55	1	100	7.6	100	0.05	4.55
Restos de peces	0.64	63.64	14	85.71	236.4	89.38	0.56	55.71
Total			32		331.9		1	100

6.1.2. Espectro trófico entre sexos

Se obtuvieron 18 estómagos de *M. henlei* hembras de los que se identificaron ocho ítems presa que pertenecen a dos grupos taxonómicos: peces (7) y moluscos (1). Estos correspondieron a siete familias, cinco géneros y una especie (Tabla II). Mientras que para machos del tiburón mamón se obtuvieron 16 estómagos de los que se identificaron seis ítems presa que pertenecen a tres grupos taxonómicos: peces (3), crustáceos (1) y moluscos (1) (Tabla III).

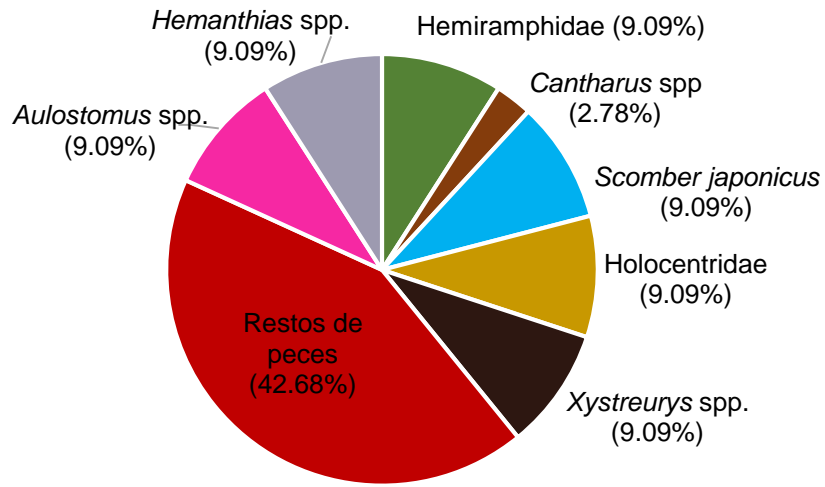
Los peces fueron el componente alimenticio más frecuente en la dieta de las hembras de *M. henlei* con 91.67%, el gasterópodo representó el 8.33%. Los restos de peces fue lo más frecuente con el 41.67%. El resto de las especies presa presentaron un porcentaje de 8.33% cada una, teniendo el otro 58.33% (Tabla II). En la dieta de los machos, los peces fueron el componente alimenticio más frecuente con 85.71%, el gasterópodo representó el 7.14% y el crustáceo representó el 7.14%. Los restos de peces fue lo más frecuente con el 64.29%. El pez lenguado (Bothidae) y el pez *Strongylura* spp., presentaron el 7.14% cada uno (Tabla III).

Con el %N, se registraron 17 ítems presa, siendo los peces la categoría más representativa con 94.12%, el pez *Scomber japonicus* y los restos de peces fueron los componentes alimenticios de mayor valor porcentual con 35.29% y 29.41% respectivamente. Mientras que los demás peces representaron el 29.41% y el gasterópodo *Cantharus* spp. representó el 5.88%. (Tabla II). La %N de los machos del tiburón mamón, se registraron 14 componentes presa, siendo los peces la categoría más representativa con 85.71%. El componente alimenticio que obtuvo un mayor valor porcentual fueron los restos de peces con 64.29%, mientras que los demás peces tuvieron un valor porcentual del 7.14%, representando el 21.43% y el gasterópodo *Cantharus* spp. con 7.14% y el crustáceo con 7.14% (Tabla III).

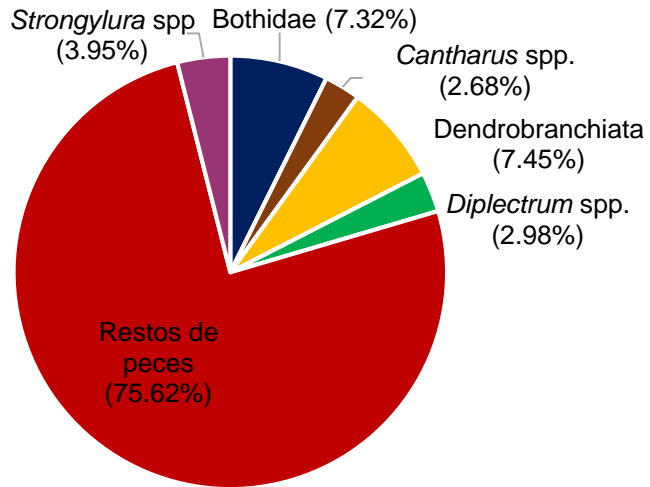
De acuerdo con el %P de las hembras de *M. henlei*, las presas representaron 103.2 g. El componente presa que obtuvo una mayor importancia en la biomasa fueron los peces con 99.90%. El pez *Aulostomus* spp. fue el ítem presa de mayor biomasa con 36.63%, seguido de los restos de peces con 29.07% y el pez *Scomber japonicus* con 16.67%. Los demás peces representan el 17.54% (Tabla II). Las presas registraron 228.6 g, siendo los peces los que representaron la mayor biomasa (95.71%) en la dieta de los machos de tiburón mamón. Los restos de peces, fueron el componente que presentó un mayor valor porcentual con 90.29%, seguido del crustáceo (4.24%), el resto de los componentes obtuvieron valores menores al 3% (Tabla III).

Los peces presentaron el 97.22% de %PSIRI, seguido por el gasterópodo (2.78%). Los restos de peces fueron el componente alimenticio más importante en la dieta de las hembras de *M. henlei* con 42.68%; seguido por los peces como: *Scomber japonicus*, *Aulostomus* spp. y *Hemanthias* spp. con 9.09% de importancia cada uno (Fig. 10 (a) (Tabla II). Con el %PSIRI de los machos de *M. henlei*, se obtuvo que los peces presentaron el 89.87%. siendo los restos de peces el componente alimenticio más importante en la dieta de *M. henlei* con 75.62%, seguido por el crustáceo con 7.45% y el lenguado con 7.32%. Los demás organismos tuvieron un valor bajo siendo de 3.95% para el pez *Strongylura* spp.,

2.98% para el pez *Diplectrum* spp. y de 2.68 % para el caracol *Cantharus* spp. (Fig. 10 (b) (Tabla III).



(a)



(b)

Figura 10. Índice de Importancia Relativa Especifica de la presa de *Mustelus henlei* para hembras (a) y machos (b).

Tabla III. Espectro trófico de las hembras de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%N	P	%P	PSIRI	%PSIRI
MOLLUSCA								
Gastropoda								
<i>Cantharus</i> spp.	0.09	9.09	1	50	0.1	11.11	0.03	2.78
CHORDATA								
Teleostei								
Aulostomidae								
<i>Aulostomus</i> spp	0.09	9.09	1	100	37.8	100	0.09	9.09
Serranidae								
<i>Hemanthias</i> spp.	0.09	9.09	1	100	6.3	100	0.09	9.09
Hemiramphidae								
Holocentridae								
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	0.09	9.09	6	100	17.2	100	0.09	9.09
Paralichthyidae								
<i>Xystreurus</i> spp.	0.09	9.09	1	100	7.6	100	0.09	9.09
Restos de peces	0.45	45.45	5	90	30	97.78	0.43	42.68
Total			17		103.2		1	100

Tabla IV. Espectro trófico de los machos de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
MOLLUSCA								
Gastropoda								
<i>Cantharus</i> spp.	0.1	10	1	50	0.1	3.57	0.02	2.68
CRUSTACEA								
Dendrobranchiata	0.1	10	1	50	9.7	98.98	0.07	7.45
CHORDATA								
Teleostei								
Bothidae	0.1	10	1	50	2.7	96.43	0.07	7.32
Belonidae								
<i>Strongylura</i> spp.	0.1	10	1	50	3.3	28.95	0.03	3.95
Serranidae								
<i>Diplectrum</i> spp.	0.1	10	1	50	2.8	9.68	0.02	2.98
Restos de peces	0.9	90	9	83.33	206.4	84.71	0.75	75.6
Total			14		225.0		1	100

6.1.3. Espectro trófico entre estados de madurez

Se obtuvieron 14 estómagos de *M. henlei* juveniles de los que se identificaron nueve ítems presa que pertenecen a dos grupos taxonómicos: peces (8) y moluscos (1). Estos correspondieron a ocho familias, cinco géneros (Tabla V). Mientras que para adultos del tiburón mamón se obtuvieron siete estómagos de los que se identificaron cuatro ítems presa que pertenecen a dos grupos taxonómicos: peces (3) y crustáceos (1) (Tabla VI).

En la dieta de los juveniles del tiburón mamón, los peces fueron el componente alimenticio más frecuente con 88.24% y el gasterópodo representó

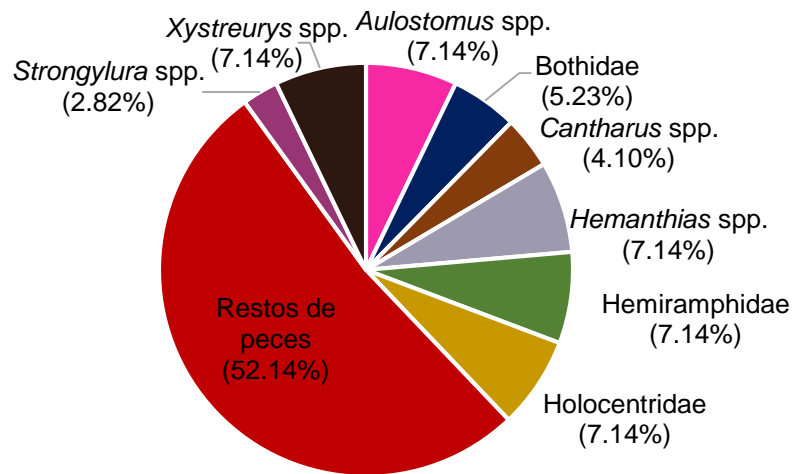
el 11.76%. Los restos de peces fue el componente más frecuente con el 47.06% (Tabla V). En la dieta de los adultos, los peces fueron el componente alimenticio más frecuente con 88.89% y el crustáceo representó el 11.11%. El componente más frecuente fueron los restos de peces con el 66.67%. Los demás componentes presentaron el 11.11% cada uno (Tabla VI).

Con el %N, se registraron nueve ítems presa en los juveniles de *M. henlei*, siendo los peces la categoría más representativa con 88.24%, los restos de peces fueron el componente alimenticio de mayor valor porcentual con 47.06%. Mientras que los demás peces representaron el 41.18% y el gasterópodo *Cantharus* spp. representó el 11.76%. (Tabla V). En los adultos la %N de los adultos del tiburón mamón, se registraron cuatro componentes presas, los peces fueron la categoría más representativa con 92.86%. Los restos de peces y la macarela *Scomber japonicus* fueron los componentes con mayor valor porcentual con 42.86% cada una, mientras que el crustáceo obtuvo un valor porcentual del 7.14% (Tabla VI).

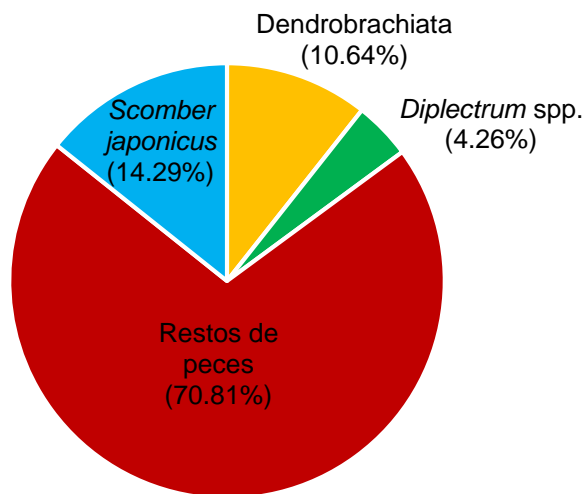
De acuerdo al %P de los juveniles, el peso total de todas las presas fue de 131.2 g. Los peces fueron los componentes presa con mayor importancia en la biomasa con 99.85%. Los restos de peces fue el componente presa de mayor biomasa con 52.67%, seguido del pez trompeta *Aulostomus* spp. con 28.81%. Los demás presas representan el 18.52% (Tabla V). En los adultos las presas registraron 200.6 g, los peces representaron la mayor biomasa con 95.16. Los restos de peces, fueron el componente que presento un mayor valor en la biomasa con 83.34%, seguido de *S. japonicus* con 8.57% (Tabla VI).

El PSIRI en los juveniles de *M. henlei*, mostro que los peces presentaron el 95.9%. El componente alimenticio que presento mayor importancia fueron los restos de peces con 52.14%; los peces como: *Aulostomus* spp., *Hemanthias* spp. y *Xystreuryx* spp. presentaron el 7.14% de importancia cada uno (Fig. 11 (a) (Tabla V). El %PSIRI en los adultos de *M. henlei*, se obtuvo que los peces presentaron el 89.36%. siendo los restos de peces el componente alimenticio más importante en la dieta de *M. henlei* con 70.81%, seguido de la macarela *S.*

japonicus con 14.29%, el crustáceo con 10.64% y el pez *Diplectrum* spp. con 4.26% (Fig. 11 (b) (Tabla VI).



(a)



(b)

Figura 11. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de *Mustelus henlei* para juveniles (a) y adultos (b).

Tabla V. Espectro trófico de los juveniles de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
MOLLUSCA								
Gastropoda								
<i>Cantharus</i> spp.	0.14	14.29	2	50	0.2	7.34	0.04	4.1
CHORDATA								
Teleostei								
Aulostomidae								
<i>Aulostomus</i> spp	0.07	7.14	1	100	37.8	100	0.07	7.14
Bothidae	0.07	7.14	1	50	2.7	96.43	0.05	5.23
Serranidae								
<i>Hemanthias</i> spp.	0.07	7.14	1	100	6.3	100	0.07	7.14
Hemiramphidae	0.07	7.14	1	100	0.1	100	0.07	7.14
Holocentridae	0.07	7.14	1	100	4.1	100	0.07	7.14
Belonidae								
<i>Strongylura</i> spp.	0.07	7.14	1	50	3.3	28.95	0.03	2.82
Paralichthyidae								
<i>Xystreurys</i> spp.	0.07	7.14	1	100	7.6	100	0.07	7.14
Restos de peces	0.57	57.14	8	87.5	69.1	94.99	0.52	52.14
Total			17		131.2		1	100

Tabla VI. Espectro trófico de los Adultos de tiburón mamón *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
CRUSTACEA								
Dendrobranchiata	0.14	14.29	1	50	9.7	98.98	0.11	10.64
CHORDATA								
Teleostei								
Serranidae								
<i>Diplectrum</i> spp.	0.14	14.29	1	50	6.4	9.68	0.04	4.26
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	0.86	85.71	6	83.33	17.2	81.89	0.71	14.29
Restos de peces	0.14	14.29	6	100	167.3	100	0.14	70.81
Total			14		200.6		1	100

6.1.4. Amplitud de nicho trófico y estrategia alimentaria

La amplitud de nicho del tiburón mamón fue baja ($Bi= 0.147$), lo cual indica que puedes ser considerado un depredador especialista, ya que su alimentación presento una preferencia hacia los peces (*Scomber japonicus* y *Aulostomus* spp.) y el gasterópodo *Cantharus* spp.

A partir de la gráfica de Amundsen (Fig. 11), se observó la estrategia alimentaria de *M. henlei*, reportando que los peces óseos son la presa dominante, así mismo se ve como a partir de estas presas este tiburón se cataloga como especialista.

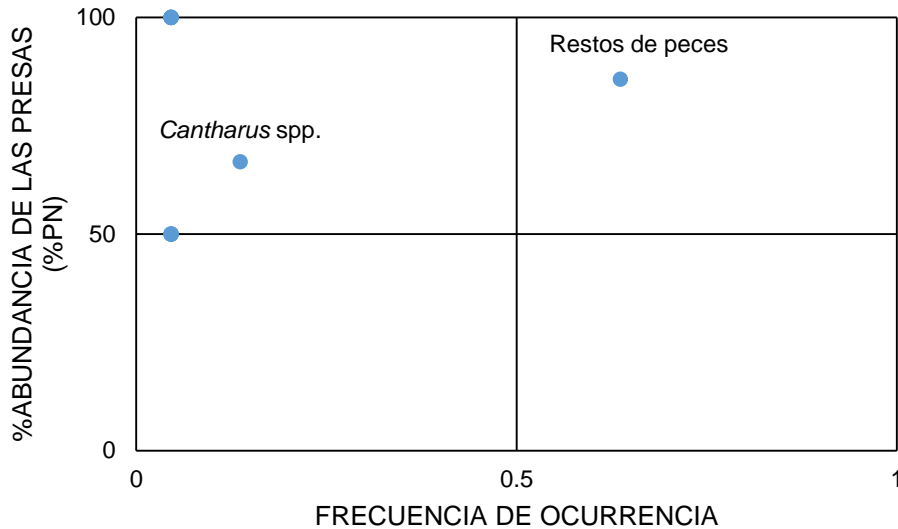


Figura 12. Gráfica de Amundsen para *Mustelus henlei* en Santa Rosalía, B.C.S., México.

6.1.5. Nivel trófico

Para el caso del nivel trófico, se obtuvo que el tiburón *M. henlei* presenta un nivel trófico de 4.03; que lo posiciona en el cuarto nivel, considerándolo como un depredador carnívoro.

6.1.6. Traslapo trófico

En el presente estudio se obtuvo un valor alto de traslape trófico entre las dietas de machos y hembras de *M. henlei* ($C\lambda=0.828$) lo que indica que ambos sexos consumen presas similares. Las presas de consumo conjunto fueron los restos de peces y *Cantharus spp.*; para el estado de madurez se obtuvo un valor alto de traslape trófico ($C\lambda=0.847$) indicando que por tallas se alimentan de presas similares.

6.2. Tiburón martillo común *Sphyrna lewini*

Se colectaron 61 individuos de *S. lewini*, de los cuales se obtuvieron las tallas de 54 de ellos. La estructura de tallas osciló de 58 a 123 cm LT (Fig. 12).

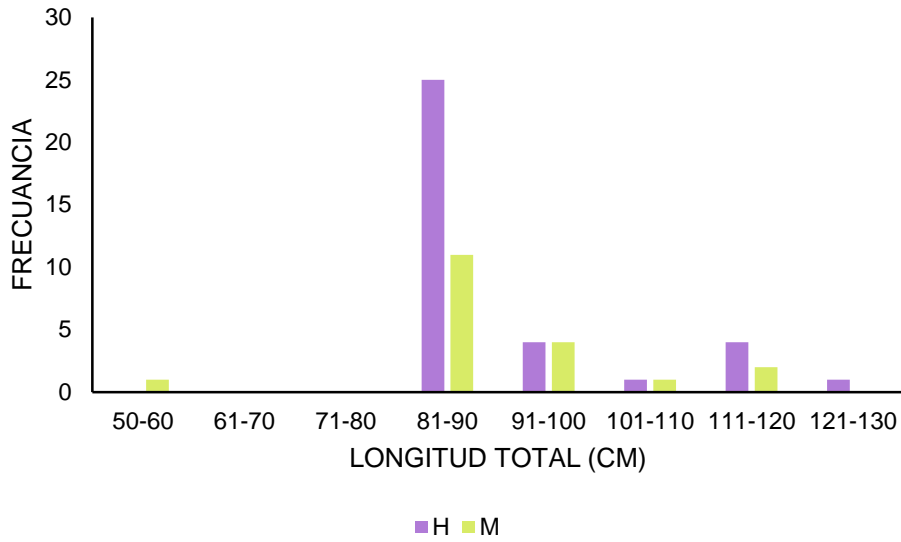


Figura 13. Frecuencia de tallas de hembras y machos de *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, B.C.S., México.

La proporción de hembras y machos difirieron significativamente de la razón de sexos predicha de ($\chi^2= 4.74$, $p= 0.03$) (Fig. 13).

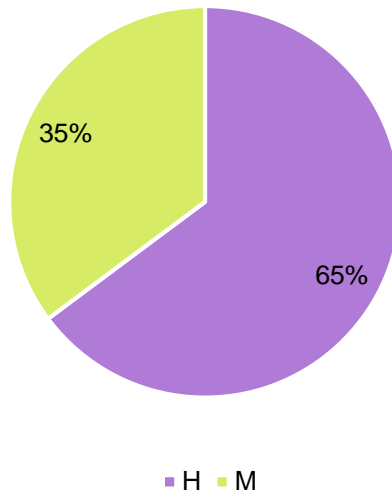


Figura 14. Proporción de tallas de hembras y machos de *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, B.C.S., México.

Del total de estómagos analizados (n= 61) de *S. lewini*, 7 estuvieron vacíos (11.48%), 52 tuvieron alimento (85.24%) y 2 presentaron solo MONI (3.28%) (Fig. 14).

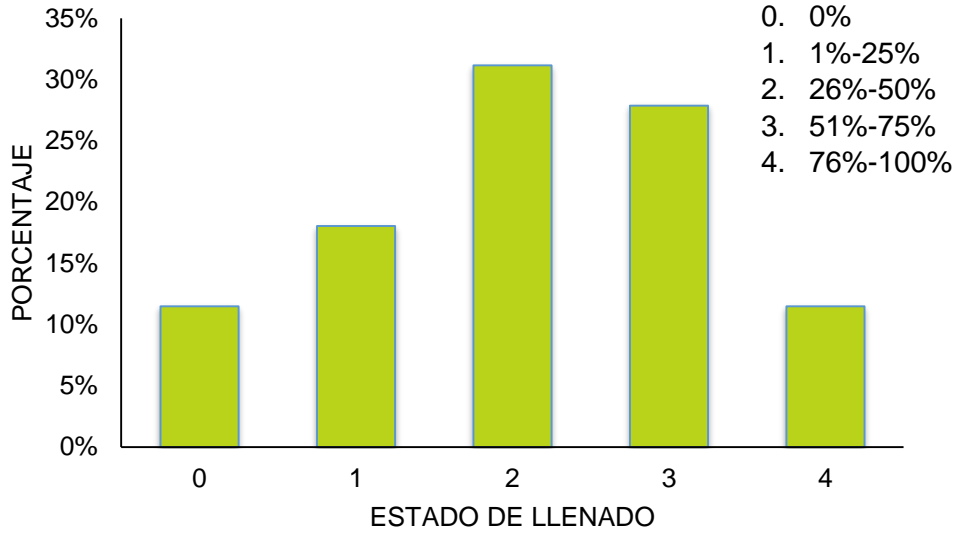


Figura 15. Porcentajes de llenado de los estómagos de *Sphyrna lewini* por categoría de llenado.

El estado de digestión de las presas tuvo un grado avanzado, por lo que no se registró presas en grado 1 (Fig. 15).

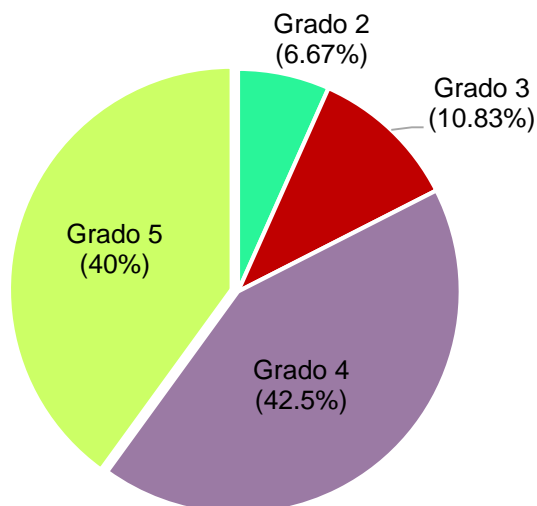


Figura 16. Estado de digestión de las presas de *Sphyrna lewini*.

La curva de acumulación de presas mostró una asíntota, indicando que el número de estómagos con alimento de *Sphyrna lewini* fue suficiente para caracterizar su espectro trófico, siendo que en el estómago 41 se alcanzó un C.V.= 0.041 (Fig. 16).

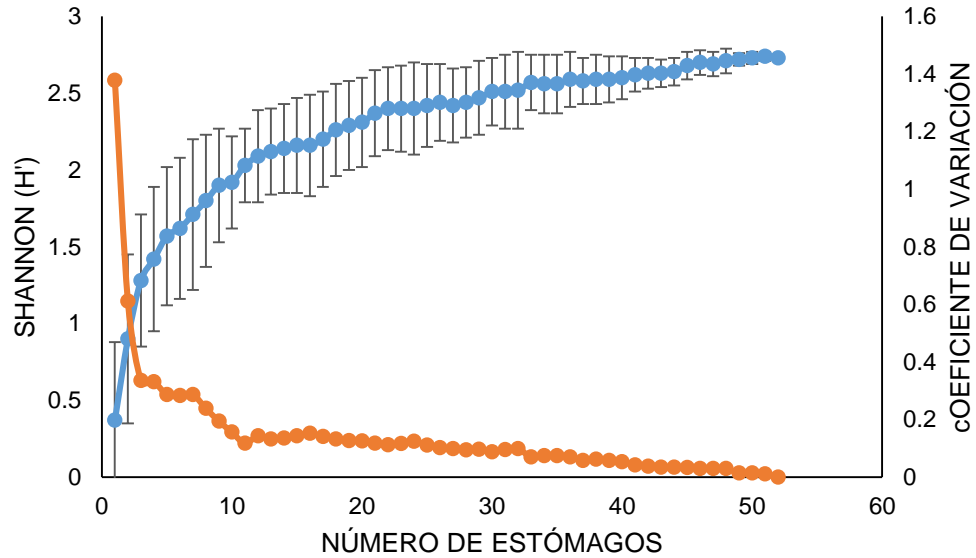


Figura 17. Curva de acumulación de presas para *Sphyrna lewini*.

Tabla VII. Coeficiente de variación por categorías de *Sphyrna lewini*.

Categoría	No. de estómagos	No. de estómagos con alimento	No. de presas	C.V.
General	61	52	31	< 0.05
Hembras	35	32	15	< 0.05
Machos	19	13	7	> 0.05

6.2.1. Espectro trófico general

El espectro trófico de *S. lewini*, se integró por 31 ítems presa que pertenecen a tres grupos taxonómicos: peces (21), moluscos (7) y crustáceos (3), representando 21 familias, 18 géneros y seis especies (Tabla IV).

En cuanto al FO, los peces fueron el componente alimenticio más frecuente en los estómagos del tiburón martillo común con 78.08%, los moluscos con 16.44% y los crustáceos con 5.48%. Los restos de peces fueron los de mayor

frecuencia de aparición con 34.25%, seguido del calamar *Dosidicus gigas* con 8.22%, *Sardinops sagax* con 6.85% y los peces de la familia Batrachoididae con 9.59%, los peces de la familia Paralichthyidae con 2.74%. El resto de las especies presentaron un porcentaje menor del 4% (Tabla IV).

De acuerdo con la %N, se contabilizaron 117 ítems presa, los peces fueron el componente alimenticio más representativo con 56.41%; seguido de los cefalópodos con 40.17%. El calamar *D. gigas* fue el componente de mayor valor porcentual con 27.35%, seguido de los restos de peces con 21.37% y del pez *Sardinops sagax* con 7.69% (Tabla IV).

Para la %P, las presas en la dieta de *S. lewini* tuvieron un total de 6304.3 g en biomasa. Los componentes que obtuvieron una mayor importancia en la biomasa fueron los peces con 49.83% y los calamares con 47.93%. El calamar *D. gigas* fue el componente de mayor biomasa con el 34.09 %, seguido de los restos de peces con 23.67%, el pez *Eugerres linatus* con 14.5%, el calamar *Sthenoteuthis* spp. con 9.83% (Tabla IV).

Los peces presentaron el 86.27% de PSIRI; seguido por los cefalópodos con 10.09% y los crustáceos con 3.64%. El componente alimenticio más importante en la dieta de *S. lewini*, son los restos de peces con el 44.88%, así como los peces Batrocoideos que presentaron el 9.08%, el calamar *D. gigas* con el 8.17% y *Sardinops sagax* con 7.08%. Los demás organismos presentaron porcentajes menores al 5% (Fig. 17) (Tabla IV).

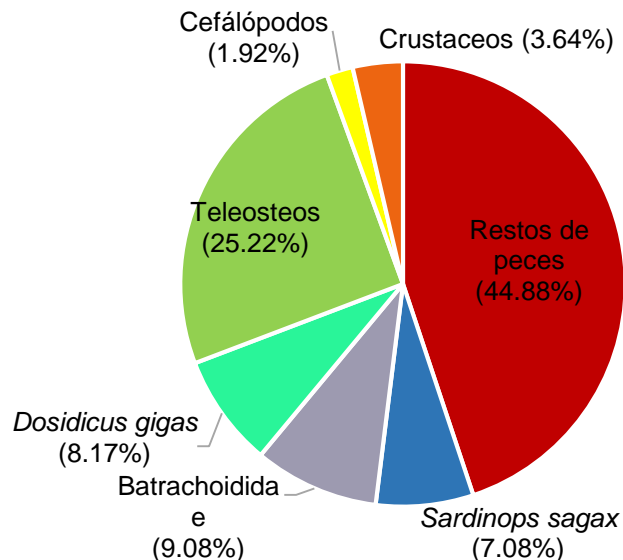


Figura 18. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de *Sphyrna lewini*.

Tabla VIII. Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	0.12	11.54	32	70.28	2149.1	71.37	0.08	8.17
<i>Nototodarus</i> spp.	0.02	1.92	3	42.86	42.5	11.14	0.005	0.52
<i>Sthenoteuthis</i> spp.	0.02	1.92	3	33.33	619.9	47.84	0.007	0.78
Histioteuthidae								
<i>Histioteuthis</i> spp.	0.02	1.92	4	23.53	125.7	10.96	0.003	0.33
Loliginidae								
<i>Doryteuthis opalescens</i>	0.02	1.92	1	5.88	21.1	1.84	0.0007	0.07
Octopodidae								
<i>Octopus</i> spp.	0.02	1.92	1	4.76	0.1	0.01	0.0005	0.05

Tabla IV (continuación)								
Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
Restos de cefálopodo	0.02	1.92	3	17.65	0.1	0.01	0.001	0.17
CRUSTACEA								
Portunidae								
<i>Callinectes</i> spp.	0.02	1.92	1	25	1	2.58	0.002	0.27
Restos de cangrejos	0.02	1.92	1	50	5	36.76	0.008	0.83
Dendrobrachiata	0.04	3.85	2	75	198.2	57.08	0.02	2.54
CHORDATA								
Teleostei								
Achiridae								
	0.02	1.92	1	100	4.6	100	0.01	1.92
Ophichthidae								
<i>Apterichtus equatorialis</i>	0.02	1.92	1	50	54.7	74.73	0.01	1.20
Batrachoididae								
<i>Porichthys</i> spp.	0.04	3.85	2	100	33.6	100	0.03	3.85
Carangidae								
<i>Trachinotus rhodopus</i>	0.02	1.92	1	33.33	0.1	0.14	0.003	0.32
Centropomidae								
<i>Centropomus</i> spp.	0.02	1.92	1	25.00	3.7	9.56	0.003	0.33
Gerreidae								
<i>Eugerres linatus</i>	0.02	1.92	6	28.57	914.2	94.60	0.01	1.18
Haemulidae								
	0.02	1.92	1	100	80.7	100	0.01	1.92
Hemiramphidae								
	0.02	1.92	1	50	0.7	6.36	0.005	0.54
Ophidiidae								
	0.02	1.92	1	33.33	27.5	86.21	0.01	1.15
Serranidae								
<i>Paralabrax</i> spp.	0.02	1.92	1	100	49.5	100	0.01	1.92
Paralichthyidae								
<i>Hippoglossina</i> spp.	0.02	1.92	1	25	0.3	0.78	0.002	0.25
Alosidae								
<i>Sardinops sagax</i>	0.10	9.62	9	83.33	16.2	63.97	0.07	7.08
Sciaenidae								
<i>Umbrina</i> spp.	0.02	1.92	1	100	0.3	100	0.01	1.92
Sparidae								
	0.02	1.92	1	25.00	33.7	87.08	0.01	1.08

Tabla IV (continuación)								
Especies presa	FO	%FO	N	%PN	P	%PP	PSIRI	%PSIRI
Sphyraenidae								
<i>Sphyraena</i> spp.	0.04	3.85	2	66.67	104.2	99.86	0.03	3.20
Synodontidae								
<i>Synodus</i> spp	0.02	1.92	1	100	66.6	100	0.01	1.92
Restos de peces	0.48	48.08	25	92	1492.3	94.72	0.44	44.88
Total			117		6304.3		1	100

6.2.2. Espectro trófico entre sexos

Se obtuvieron 35 estómagos de *S. lewini* hembras de los que se identificaron 15 ítems presa que pertenecen a tres grupos taxonómicos: peces (12), crustáceos (2) y cefalópodos (1). Estos correspondieron a 12 familias, cuatro géneros y dos especies (Tabla V). Por otro lado, se obtuvieron 19 estómagos de *S. lewini* machos, de los cuales se identificaron siete ítems presa que pertenecen a dos grupos taxonómicos: peces (6) y crustáceos (1). Estos correspondieron a cinco familias, cuatro géneros y una especie (Tabla VI).

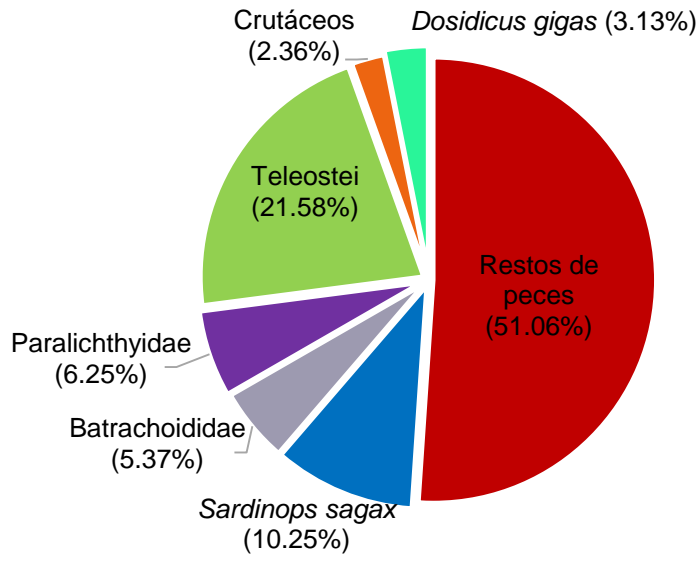
El FO en la dieta de las hembras del tiburón martillo común, los peces fueron el componente alimenticio más frecuente con 91.89%. Los restos de peces presentaron el 43.24%, seguido de *S. sagax* con 10.81% y los peces de la familia Batrachoididae, Sciaenidae, Sphyraenidae y Paralichthyidae con 5.41 % cada uno. El resto de las especies presa presentaron porcentajes menores al 4%, sumando un total del 24.32% (Tabla V). En cuanto a los machos de *S. lewini*, los restos de peces fueron el componente alimenticio más frecuente con 50% y los peces de la familia Batrachoididae con una frecuencia del 14.29%. El resto de los organismos presentaron una frecuencia de 7.14% cada uno, sumando un total de 35.71% (Tabla VI).

De acuerdo al %N en hembras de *S. lewini*, se contabilizaron un total de 42 especies presa, siendo los peces la categoría más representativa con 92.86%. El componente más abundante fueron los restos de peces con 42.86%, seguido del

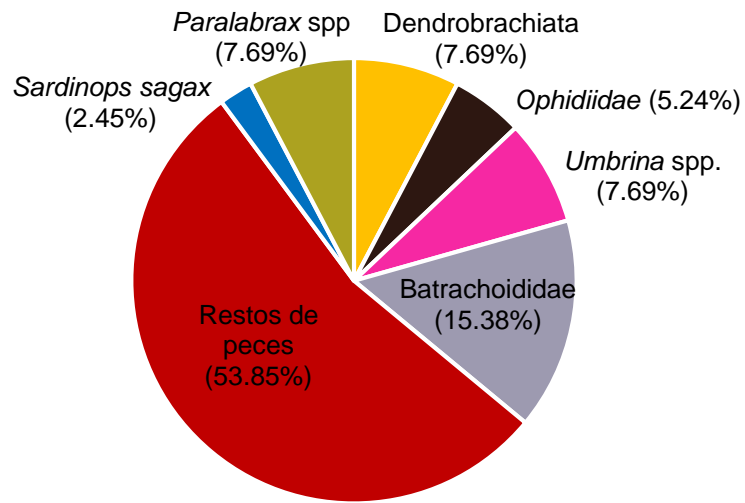
pez *S. sagax* con 16.67%. El resto de las especies presa presentaron porcentajes menores al 5%, sumando un total del 18.53% (Tabla V). En lo que respecta a los machos, se registraron 15 organismos, siendo los peces el grupo más representativo con 93.33 %. Los tres componentes que dominaron fueron los restos de peces con 46.67%, los peces *Porichthys* spp. y *S. sagax* con 13.33%, cada uno. El resto de los organismos presentaron el 6.67% cada uno (Tabla VI).

En cuanto el %P, las presas de las hembras del tiburón martillo común registraron un total de 1457.1 g de biomasa. Las presas que obtuvieron una mayor importancia en la biomasa fueron los peces con 99.29%. Donde el componente alimenticio con mayor valor porcentual fueron los restos de peces con 63.28%, seguido de los peces de la familia Batrachoididae con 12.01%, el pez *Sphyræna* spp. con 7.15% y los de la familia *Haemulidae* con 5.54%. El resto de las especies presa presentaron porcentajes menores al 5%, sumando un total del 12.02% (Tabla V). Se registró el total en la biomasa de las presas siendo de 878.5 g, en los tiburones martillo machos, donde el componente con el valor porcentual más importante fueron los restos de peces con 64.91%, seguido del crustáceo Dendrobrachiata con 21.97% y el pez *S. sagax* con 5.63%. Mientras que el resto fue de 7.49%, repartiéndose en puros peces (Tabla VI)

El %PSIRI, se registró que los peces presentaron el 94.52%. De esta forma, los restos de peces es el componente alimenticio más importante en la dieta de *M. henlei* con 51.06%, seguido por *S. sagax* con 10.25% y los peces Paralichthyidae con 6.25%. Los demás organismos tuvieron un valor inferior al 6%. (Fig. 18(a)) (Tabla VI). De acuerdo al %PSIRI, en el cual los restos de peces fueron el componente alimenticio más importante en la dieta de los tiburones machos de *S. lewini* con 53.85%, seguido de los peces de la familia Batrachoididae con 15.38%. Los organismos *Paralabrax* spp., *Umbrina* spp. y los crustáceos Dendrobrachiata presentaron un porcentaje de 7.69% cada uno (Fig. 18(b)) (Tabla VI).



(a)



(b)

Figura 19. Índice de Importancia Relativa Especifica de la Presa de *Sphyrna lewini* para hembras (a) y machos (b).

Tabla IX. Espectro trófico en las hembras de tiburón martillo *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%N	P	%P	PSIRI	%PSIRI
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	0.03	3.13	1	100	0.1	100	0.03	3.13
CRUSTACEA								
Restos de cangrejos	0.03	3.13	1	50	5	36.76	0.01	1.36
Dendrobrachiata	0.03	3.13	1	50	5.2	14.17	0.01	1.00
CHORDATA								
Teleostei								
Achiridae								
	0.03	3.13	1	100	4.6	100	0.03	3.13
Ophichthidae								
<i>Apterrichtus equatorialis</i>	0.03	3.13	1	50	54.7	74.73	0.01	1.95
Batrachoididae								
	0.06	6.25	2	75	175	96.98	0.05	5.37
Carangidae								
	0.03	3.13	1	33.33	0.1	0.14	0.005	0.52
Haemulidae								
	0.03	3.13	1	100	80.7	100	0.03	3.13
Hemiramphidae								
	0.03	3.13	1	50	0.7	6.36	0.008	0.88
Paralichthyidae								
	0.06	6.25	2	100	25.5	100	0.06	6.25
Alosidae								
<i>Sardinops sagax</i>	0.13	12.50	7	87.5	11.8	76.51	0.10	10.25
Sciaenidae								
	0.06	6.25	2	66.67	0.8	50.07	0.03	3.65
Sphyraenidae								
<i>Sphyraena</i> spp.	0.06	6.25	2	66.67	104.2	99.86	0.05	5.2
Synodontidae								
<i>Synodus</i> spp	0.03	3.13	1	100	66.6	100	0.03	3.13
Restos de peces	0.56	56.25	18	88.89	922.1	92.67	0.51	51.06
Total			42		1457.1		1	100

Tabla X. Espectro trófico en los machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, Baja California Sur. Expresado en valores absolutos y porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO), método numérico expresado en valores absolutos (N), la abundancia específica de la presa en número (%PN), método gravimétrico expresado en valores absolutos (P), la abundancia específica de la presa en peso (%PP) y el Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa expresado en valores absolutos y porcentajes (%PSIRI).

Especies presa	FO	%FO	N	%N	P	%P	PSIRI	%PSIRI
CRUSTACEA								
Dendrobrachiata	0.08	7.69	1	100	193	100	0.07	7.69
CHORDATA								
Teleostei								
Batrachoididae								
<i>Porichthys</i> spp.	0.15	15.38	2	100	33.6	100	0.15	15.38
Ophidiidae	0.08	7.69	1	50	27.5	86.21	0.05	5.24
Serranidae								
<i>Paralabrax</i> spp.	0.08	7.69	1	100	49.5	100	0.07	7.69
Alosidae								
<i>Sardinops sagax</i>	0.08	7.69	2	50	4.4	13.79	0.02	2.45
Sciaenidae								
<i>Umbrina</i> spp.	0.08	7.69	1	100	0.3	100	0.07	7.69
Restos de peces	0.54	53.85	7	100	570.2	100	0.53	53.85
Total			15		878.5		1	100

6.2.3. Amplitud de nicho y estrategia alimentaria

La amplitud de nicho fue baja ($Bi=0.12$), lo cual indica que el tiburón martillo es considerado un depredador especialista, ya que su alimentación fue mayormente hacia el calamar (*Dosidicus gigas*) y los peces (*Batrachoididae* y *Sardinops sagax*).

A partir de la gráfica de Amundsen (Fig. 19), se observó la estrategia alimentaria de *S. lewini*, reportando que los peces óseos son la presa dominante, así mismo se ve como a partir de estas presas este tiburón se cataloga como especialista.

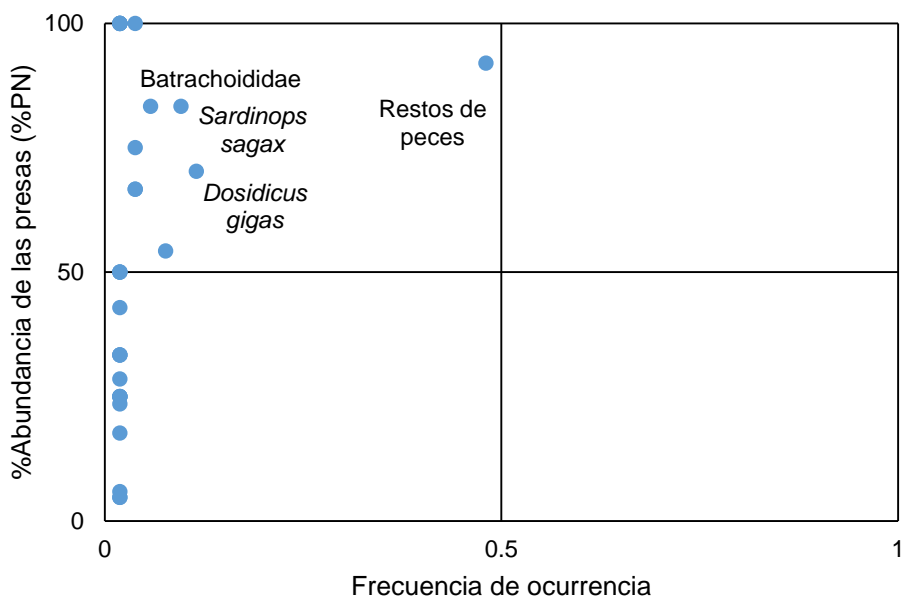


Figura 20. Gráfica de Amundsen para *Sphyrna lewini* en Santa Rosalía, B.C.S., México.

6.2.4. Nivel trófico

En el caso del nivel trófico, se obtuvo que el tiburón *S. lewini* presenta un nivel trófico de 4.13; indicando que la dieta de este tiburón lo posiciona en el cuarto nivel, considerándolo un depredador terciario.

6.2.5. Traslapo trófico

En el presente estudio se obtuvo un valor alto de traslape trófico entre la dieta de machos y hembras de *M. henlei* ($C\lambda=0.89$) lo que indica que ambos sexos consumen presas similares; en este caso las presas de consumo similar fueron los restos de peces y *Sardinops sagax*.

7. DISCUSIÓN

7.1. Tiburón mamón *Mustelus henlei*

De acuerdo con Soto-López *et al.* (2018) el tiburón mamón puede considerarse adulto en tallas mayores a 61 cm de LT, tanto hembras como machos. En el presente estudio la mayor cantidad de individuos de *M. henlei* fueron capturados en el intervalo de tallas entre los 50 cm y 60 cm de longitud total, lo que indica que los juveniles dominaron las capturas. También observamos que las hembras mostraron una tendencia de mayor tamaño con respecto a los machos. Estos resultados coinciden con los de Sánchez-Cota (2016) en el Golfo de California, Moncada-Rosas (2021) en la costa occidental de B.C.S. y Franco-Moreno (2008) en el Pacífico colombiano, quienes también reportan que las hembras presentaron el mayor promedio en las tallas. Esta diferencia de tamaños puede ser debido al tipo de dimorfismo sexual que presentan estos tiburones, debido a que es más notable esta diferencia en especies de reproducción vivípara (Méndez-Loeza, 2008).

El alto índice de estómagos con alimento (72.22%) registrados para *M. henlei*, puede estar relacionado con el arte de pesca utilizado. Debido a que es poco probable que las redes de enmalle atraigan a tiburones con el estómago vacío; de igual forma esta arte de pesca reduce la frecuencia de la eversión estomacal en estos tiburones (Franco-Moreno, 2008). La baja frecuencia de estómagos vacíos encontrados es consistente con lo reportado en varios estudios (Franco-Moreno, 2008; Rodríguez-Romero *et al.*, 2013; Sánchez-Cota, 2016; Amariles *et al.*, 2017; Moncada-Rosas, 2021).

Los estómagos de *M. henlei* en su mayoría se observaron con un porcentaje e llenado de 1 a 25%. Este porcentaje de llenado puede deberse a los largos periodos de tiempo en que el tiburón pasa en la red de enmalle desde su captura hasta el desembarque, ya que la digestión de las presas no se detiene, aunque el tiburón haya muerto continua la descomposición de sus presas (Moncada-Rosas, 2021).

7.1.1. Composición de la dieta

A través del análisis de contenido estomacal se encontró que el espectro trófico de *Mustelus henlei* estuvo integrado de 12 ítems-presa, un número inferior a lo reportado en otros estudios. En la costa occidental de B.C.S., por ejemplo, Sánchez-Cota (2016) reportó 15 ítems-presa, Rodríguez-Romero *et al.* (2013) reportaron 24 y Moncada-Rosas (2021) reportó 41, por otra parte, en el Pacífico colombiano, Franco-Moreno (2008) reportó 52 ítems-presa y Amariles *et al.* (2017) reportaron 59 ítems-presa. Este número de presas fue bajo, debido a que no se lograron identificar varias presas por el alto grado de digestión que estas presentaron.

En este estudio, fue posible observar que *M. henlei* se alimenta principalmente de peces (%PSIRI= 89.46), como *Scomber japonicus* y *Aulostomus* spp. La presencia de *S. japonicus* concuerda con lo reportado por Rodríguez-Romero *et al.* (2013) en la costa occidental de B.C.S., lo que sugiere que este depredador sigue utilizando fuentes similares de alimento. *S. japonicus* es una especie pelágica-nerítica que pertenece a la familia Scombridae, se distribuye en el Golfo de California en las provincias del centro y sur en aguas cercanas a la costa (Molina *et al.*, 1996), lo cual indica que el tiburón mamón se alimenta en áreas costeras y realiza movimientos verticales para capturar este tipo de presas (Campos *et al.*, 2009).

Por otra parte, no se encontró una importancia alta en crustáceos (%PSIRI=3.38) como reportan otros autores (Gómez *et al.*, 2003; Rodríguez-Romero *et al.*, 2013; Sánchez-Cota, 2016; Amariles *et al.*, 2017; Moncada-Rosas, 2020). Algo a destacar es la presencia del caracol *Cantharus* spp., el cual no se tiene registro en la dieta de este tiburón. Esta especie fue la segunda presa preferida del *M. henlei* (%PSIRI= 7.15). Es posible que esta presa sea de consumo incidental, es decir, no es un alimento común en la dieta o puede ser una presa secundaria por falta de disponibilidad de la presa preferida.

La importancia de los peces teleósteos en la dieta de *M. henlei*, puede deberse a que posee dientes asimétricos con cúspides agudas y dentículos

accesorios que les permiten capturar y retener peces de forma eficiente (Sánchez-Cota, 2016). A diferencia de otras especies del género como *M. lunulatus* y *M. californicus*, cuyos dientes son molariformes y sin dentículos accesorios, limitando su habilidad para atrapar peces, teniendo a los crustáceos como su alimento preferido (Moreno-Sánchez *et al.*, 2012; Amariles *et al.*, 2017).

El tiburón mamón es considerado un depredador especialista, debido a la preferencia que muestra hacia ciertas presas. En la costa occidental de B.C.S., Rodríguez-Romero *et al.* (2013) mencionaron que esta especie tiene preferencia por la langostilla *Pleuroncodes planipes* y el pez *S. japonicus*, Sánchez-Cota (2016) observó que se alimentaban principalmente de estomatópodos y Moncada-Rosas (2020) reportó que se alimenta principalmente del estomatópodo *Hemisquilla californiensis*. Asimismo, Franco-Moreno (2008) reportó que tiene preferencia por *Squilla panamensis*, en el Pacífico colombiano.

De acuerdo con el nivel trófico estimado (NT= 4.03), se posiciona como depredador terciario. Lo que coincidió con Amariles *et al.* (2017), quienes reportaron para esta especie un NT= 4.47, esto debido a que también reporta que se alimenta principalmente de peces. Por otra parte, Sánchez-Cota (2016) indicó que tiene un NT= 3.58, un valor inferior a lo reportado, debido a que en su estudio reportó que se alimenta mayormente de crustáceos.

Los datos sacados en el traslazo trófico deben tomarse con cautela, ya que la cantidad de muestras fueron pocas pero se observa un valor alto en el traslazo trófico entre sexos ($C\lambda= 0.828$), es decir, que no hay diferencias significativas de la dieta entre hembras y machos de *M. henlei*. Ambos sexos se alimentan principalmente de peces, por lo que se infiere que ambos comparten las mismas áreas de alimentación, como ya ha sido reportado en la costa occidental de B.C.S. por Méndez-Da Silvera *et al.* (2020). Por el contrario, Sánchez-Cota (2016) reportó que hay una diferencia significativa entre la dieta de machos y hembras, esto puede ser ya que en su estudio de Sánchez-Cota (2016) hubo mayor número de muestras de hembras que de machos. El traslazo trófico fue alto entre juveniles y adultos ($C\lambda= 0.847$), lo anterior debido a que se alimenta principalmente de peces,

Rodríguez-Romero *et al.*(2013) en B.C.S., de igual forma reportaron un traslapo alto entre juveniles y adultos, así indicando que pueden estar compartiendo las mismas áreas de alimentación, por otro lado Franco-Moreno (2008) en el Pacífico colombiano, reporto que entre estados de madurez hay un traslapo medio, esta diferencia con el presente trabajo puede deberse a las distintas ubicaciones del tiburón y las presas.

Se identificaron dos hábitats de alimentación para el tiburón mamón, al consumir presas pelágicas como *S. japonicus*, y bentónicas como crustáceos, gasterópodos y peces batoideos. Lo anterior tiene relación con los registros de migraciones horizontales y verticales en la columna de agua, siendo de esta forma en que esta especie se alimenta (Campos *et al.*, 2009). Estos resultados coinciden con lo reportado por Franco-Moreno (2008) en el Pacífico colombiano y Moncada-Rosas (2021) en la costa occidental de B.C.S., donde la alimentación de *M. henlei* está compuesta por crustáceos, peces demersales y organismos pelágicos.

7.2. Tiburón martillo común *Sphyrna lewini*

Torres-Huerta *et al.* (2008), menciona que las hembras juveniles de *S. lewini* presentan tallas entre 57 a 204 cm y los machos juveniles son de 58 a 170 cm de longitud total (LT); las hembras adulto miden de 210 a 363 cm y los machos de 172 a 290 cm de LT. En este estudio las tallas oscilaron de 58 cm a 123 cm de LT, por lo que todos los tiburones martillo capturados fueron considerados juveniles. Las hembras mostraron un mayor tamaño con respecto a los machos. Esto puede deberse a que los tiburones juveniles de esta especie llegan a agruparse en zonas costeras con predominancia de hembras (Torres-Huerta *et al.*, 2008) Estos resultados coinciden con los de Torres-Rojas *et al.* (2007), en Mazatlán al sur del Golfo de California, donde todos fueron juveniles. Esto podrían ser porque ocupan la zona como área de crianza para juveniles o van de paso, ya que en la zona central del Golfo de California hay áreas de nacimiento de esta especie y hacia el sur del Golfo de California hay áreas de crianza para juveniles (Torres-Huerta *et al.*, 2008). Por otra parte, Pérez-Guadamud (2022), en Ecuador, de igual forma en su estudio recolecto solo juveniles de *S. lewini*.

El número de estómagos con alimento fue alto (88.52%) para *S. lewini*, esto puede estar relacionado con el arte de pesca empleado. Las capturas de los tiburones obtenidos en el presente estudio se realizaron con redes de enmalle, a diferencia de otros estudios en que se utilizó el palangre (Torres-Rojas *et al.*, 2007; Flores-Martínez *et al.*, 2016; García-Fernández, 2018). Flores-Martínez *et al.* (2016) mencionan que el uso de redes de enmalle, evita el alto estrés del momento de la captura y reduce la frecuencia de eversión estomacal en estos tiburones. De igual forma esta arte de pesca reduce la probabilidad de encontrar estómagos sin contenido, ya que, *S. lewini* al ser capturado con la red de enmalle tiene una muerte más rápida, haciendo imposible que regurgite su alimento (Flores-Martínez *et al.*, 2016).

La mayoría de los estómagos de *S. lewini* se observaron con un porcentaje de llenado de 25 a 50%. Este resultado es similar a lo reportado por Aguilar-Castro (2003) en el Golfo de California, menciona que la mayoría de los estómagos tuvieron de 25 a 50% de llenado. De igual forma Pérez-Guadamud (2022) en Ecuador, reportó que la mayoría de los estómagos tuvieron un porcentaje de llenado del 25%.

No obstante, el alto grado de digestión de las presas puede estar ligado a que *S. lewini* presenta una tasa de digestión rápida con respecto a otras especies de tiburón, digiriendo el alimento de 5 a 22 horas (Aguilar-Castro, 2003). De igual forma, es probable que se deba al arte de pesca utilizado, ya que, los pescadores ponen las redes y las dejan durante la noche; los tiburones al quedar atrapados en la red, no dejan de digerir, por este motivo se registran presas en estado de digestión avanzado (Aguilar-Castro, 2003).

7.2.1. Composición de la dieta

La dieta de *S. lewini* se constituyó de 31 ítems-presa. Esto concuerda con lo reportado en otros estudios para el Golfo de California, como Aguilar-Castro (2003) quien reportó 41 ítems-presa y Torres-Rojas *et al.* (2007) reportaron 59; para el Golfo de Tehuantepec Flores-Martínez *et al.* (2016) reportaron 16 ítems-presa; para el Pacífico ecuatoriano Castañeda-Suarez & Sandoval-Londoño

(2007) reportaron 39 ítems-presa, y Estupiñán-Montaño *et al.* (2009) reportaron 34.

S. lewini se alimentó principalmente de peces óseos (86.27%PSIRI), por ello se puede categorizar como una especie piscívora. También estuvieron presentes en la dieta los calamares *Dosidicus gigas*, *Histioteuthis* spp. y *Doryteuthis opalescens*. En los estudios de Estupiñán-Montaño *et al.* (2009) en el Pacífico colombiano y Aguilar-Castro (2003) en el Golfo de California, reportan que *S. lewini* se alimenta principalmente de peces y cefalópodos, mientras que Torres-Rojas *et al.* (2007), en el Golfo de California; Castañeda-Suárez & Sandoval-Londoño (2007) en el Pacífico ecuatoriano, mencionan que los calamares son la presa más importante, según el índice de Importancia Relativa (IIR). Los calamares son abundantes en el Golfo de California, lo que podría explicar su importancia en la dieta (Bazzino *et al.*, 2010; W. Yu, X. Chen, 2018). En el estudio el consumo de peces, puede estar relacionado a su valor nutricional, ya que, los peces aportan mayor valor energético a sus depredadores (López-Herrera, 2015).

Los crustáceos fueron el grupo de menor importancia en la dieta del tiburón martillo, este resultado fue semejante a lo reportado previamente en otros estudios (Aguilar-Castro, 2003; Castañeda-Suárez & Sandoval-Londoño, 2007; Torres-Rojas *et al.*, 2007; Estupiñán-Montaño *et al.*, 2009).

De acuerdo con el índice de amplitud de nicho ($B_i = 0.124$) *S. lewini* es un depredador especialista, con una preferencia por los peces. Otros autores han reportado que este tiburón presenta un nicho estrecho, teniendo al calamar *D. gigas* como la presa importante en el Pacífico colombiano (Castañeda-Suarez & Sandoval-Londoño, 2007; Estupiñán-Montaño *et al.*, 2009; Zanella-Cesarotto, 2010; Pérez-Guadamud, (2022) y en el Golfo de California (Aguilar-Castro, 2003).

Por otra parte, el nivel trófico estimado ($NT = 4.13$), posiciona a este tiburón como depredador terciario, Este valor tiene similitud a lo reportado por Flores-Martínez *et al.* (2016), en la costa suroeste de México y Pérez-Guadamud (2022),

en el Golfo de California, quienes mencionan que *S. lewini* tienen un valor de NT mayor a 4. Este valor se debe a que se alimentaba principalmente de consumidores secundarios.

En el presente estudio se obtuvieron pocas muestras de machos de *S. lewini* pero se observa que en el traslapo trófico entre sexos, no hay diferencias significativas entre la dieta de machos y hembras de *S. lewini*. Lo que sugiere que ambos sexos se alimentan de presas similares, como son los peces. Esto no implica una competencia directa, ya que, los machos se alimentan en zonas costeras y la zona epipelágica, mientras que, las hembras se alimentan en la zona oceánica (Estupiñan-Montaña *et al.*, 2009). De igual forma Aguilar-Castro (2003), en el Golfo de California, Estupiñan-Montaña *et al.* (2009), en Ecuador, reportaron un traslapamiento alto entre hembras y macho de *S. lewini*.

La presencia de peces pelágicos, mesopelágicos y demersales, en la dieta del tiburón martillo puede indicar que se aleja un poco de la costa y realizan migraciones verticales en la columna de agua. Como lo reportó Carrera-Fernández & Martínez-Ortiz (2007), en el Pacífico ecuatoriano. Por otro lado, Besnard (2022) en Santa Rosalía, mencionó que migra en las noches a zonas oceánicas para alimentarse y luego regresa en al amanecer a zonas costeras

8. CONCLUSIONES



La dieta de *Mustelus henlei* se compone principalmente de peces. Porque son las presas más frecuentes, de mayor abundancia y biomasa, seguido del caracol *Cantharus* spp. Mientras que la dieta de *Sphyrna lewini* se compone principalmente de peces. Donde los peces son las presas más frecuentes, de mayor abundancia y biomasa, seguido del calamar *Dosidicus gigas*.



Ambos depredadores tienen una amplitud de nicho estrecha, considerándose como especialistas.



Las dos especies pueden ser considerados depredadores terciarios.



El traslapo trófico por sexos para ambos depredadores es alto, lo que significa que las dietas entre machos y hembras son similares., sugiriendo que se alimentan de los mismos recursos.



Con base a la alimentación de *Mustelus henlei*, se mostró que hace migraciones verticales en la columna de agua. Por otro lado, con la alimentación de *Sphyrna lewini* indica que hace movimientos horizontales alejándose de la costa y verticales en la columna de agua.

9. REFERENCIAS

- Acosta-Alonso, A.L. (2021) Cambios ontogénicos en la dieta del cazón bironche *Rhizoprionodon longurio* en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz. B.C.S., México
- Aguilar-Castro, N.A. (2003) Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el Golfo de California. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz. B.C.S., México
- Amariles, D.F., A.F. Navia & A. Giraldo. 2017. Food resource partitioning of the *Mustelus lunulatus* and *Mustelus henlei* (Elasmobranchii: Carcharhiniformes). *Environmental Biology of Fishes* 100: 717-732.
- Amundsen, P.A., H.M. Gabler & F.J. Staldvik. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of the Costello (1990) method. *Fish Biol.* 48(4): 607-614.
- Ayala-Bocos, A., H. Reyes-Bonilla, L.E. Calderón-Aguilera, M.D. Herrero-Perezrul & P.C. González-Espinosa. 2016. Proyección de cambios en la temperatura superficial del mar del Golfo de California y efectos sobre la abundancia y distribución de especies arrecifales. *Rev. Mar. y Cost.* 8(1): 29-40.
- Bazzino, G., W. F. Gilly, U. Markaida, C. A. Salinas-Za. 2010. Horizontal movements, vertical-habitat utilization and diet of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Pacific Ocean off Baja California Sur, Mexico. *Progress in Oceanography.* 86: 59–71.
- Besnard L. 2022. Trophic ecology of sharks around Baja California Sur, Mexico: resource partitioning, ontogenetic shifts and conservation perspectives. *Ecology, environment.* Université de Bretagne occidentale – Brest, 233 pp.
- Bowen, S. H. (1996). Quantitative descriptions of the diet. In *Fisheries Techniques* (pp. 513–532).
- Brown, S.C., J.J. Bizzarro, G.M. Cailliet & D.A. Ebert. 2011. Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental Biology of Fishes* 95(1): 3-20.

- Cabrera-Meléndez, P. (2017) Hábitos alimentarios de Narcine entemedor en la bahía de La Paz, México. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz. B.C.S., México
- Cabrera Chávez-Costa, A.A. (2003) Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz. B.C.S., México
- Campos, B. R., Fish, M. A., J. Gardner, Riley, R. W., Allen, P. J., Klimley, P. A., ... Kelly, J. T. (2009). Movements of brown smoothhounds, *Mustelus henlei*, in tomales bay, california. *Environmental Biology of Fishes*, 85(1), 3–13.
- Carrera-Fernández, M. & J. Martínez-Ortíz. 2007. Aspectos reproductivos de los tiburones martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en aguas del Ecuador / Reproductive aspects of scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) and Smooth hammerhead shark *S. zygaena* (Linnaeus, 1758) in ecuadorian waters. EPESPO-PMRC: 51-56.
- Castañeda-Suárez, J.D. & L.A. Sandoval-Londoño. 2007. Hábitos alimentarios del tiburón matillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el pacífico ecuatoriano / Feeding habits of the hammerhead shark *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) at the ecuatorian pacific. EPESPO - PMRC: 66-76.
- Coiraton, C., F. Amezcua, & I. H. Salgado-Ugarte. 2017. estructura de longitudes de las capturas del tiburón martillo común (*Sphyrna lewini*) en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera*. 25(1): 27-40.
- Compagno, L.J.V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species Known to date. Part. 2 Carchariformes. FAO Fisheries Synopsis 125 4(2): 1-296.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science* 56: 707-717.
- Costello, M. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology* 36(2): 261-263.

- Díaz-Murillo, B.P. (2006) Catálogo de otolitos de peces marinos de las costas adyacentes a Baja California Sur. Tesis de licenciatura Thesis, UABCS, La Paz, B.C.S., México
- Estupiñán-Montaño, C., L.G. Cedeño-Figueroa & F. Galván-Magaña. 2009. Hábitos alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (Chondrichthyes) en el Pacífico ecuatoriano. Rev. Bio. Mar y Ocea. 44(2): 379-386.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, C.K. E. & V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. FAO, Roma. Vol: I, II, III, 1-1813 pp.
- Flores-Martínez, I. A., Y. E. Torres-Rojas, F. Galván-Magaña & J. Ramos-Miranda. 2016. Diet comparison between silky sharks (*Carcharhinus falciformis*) and scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) off the south-west coast of Mexico. Jour. of the Mar. Biol. Assoc. of the Kingd. 1-9.
- Franco-Moreno, A. 2008. Espectro trófico del tollo vieja *Mustelus henlei* (Pisces: Triakidae), capturado con red de arrastre camaronero y mallador, entre a parte norte de Buenaventura y Boca San Juan, Pacífico colombiano. Tesis de licenciatura Thesis, Tesis de licenciatura. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Furlong-Estrada, E., J. Tovar-Ávila, J.C. Pérez-Jiménez & E. Ríos-Jara. 2015. Resilience of *Sphyrna lewini*, *Rhizoprionodon longurio*, and *Carcharhinus falciformis* at the entrance to the Gulf of California after three decades of exploitation. Ciencia Marinas. 41(1): 49-63.
- García-Fernández, F. (2018) Cambios Tróficos durante el desarrollo ontogénico del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz. B.C.S., México
- García-Godos Naveda, I. 2001. Patrones Morfológicos del otolito Sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Boletín Instituto del Mar del Perú 20(1-2): 1-83.

- García-Pámanes, J., A. Trasviña-Castro, J.R. Lara-Lara & C. Bazán-Guzmán. 2011. Variaciones estacionales del flujo vertical de materia orgánica particulada en la región central del Golfo de California. *Cienc. Mar.* 37(1): 33-49.
- Gómez, O.G., L.A. Zapata, R.A. Franke & G.E. Ramos. 2003. Hábitos alimentarios de *Mustelus lunulatus* y *M. henlei* (Pisces: Triakidae) colectados en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano. *Bol. Invest, Mar. Cost* 32: 219-229.
- Gotelli N.J., E.M. Hart, & A.M. Ellison. 2014. EcoSimR (Version. 0.1.0, R Package). [Place unknow]: Gotelli Lab; Consultado: <https://github.com/GotelliLab/EcoSimR/issues>
- Heras-Sánchez, M.D.C., J.E. Valdez-Holguín, J. Garatuza-Payán, M.Á. Cisneros-Mata, L.M. Díaz-Tenorio, A. Robles-Morua & R.G. Hazas-Izquierdo. 2019. Regiones del Golfo de California determinadas por la distribución de la temperatura superficial del mar y la concentración de clorofila-a. *Biocencia* 21(1): 13-21.
- Horn, H.S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *Am. Nat.*: 100.
- Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 51-161.
- Klimley, A.P., I. Cabrera-Mancilla & J.I. Castillo-Geniz. 1993. Descripción de los movimientos horizontales y verticales del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, del sur del Golfo de California, México / Horizontal and vertical movements of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in the southern Gulf of California, Mexico. *Cienc. Mar.* 19(1): 95-115.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. 2nd edition ed. Addison Wesley Longman, Menlo Park, E.U.A., 620 pp.
- Kristell-Sanchez, M. (2017) Hábitat trófico del tiburón toro *Carcharhinus leucas*, tiburón tigre *Galeocerdo cuvier* y tiburón martillo *Sphyrna mokarran* en el caribe mexicano. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S.
- Loor Andrade, P.J., 2013. Ecología trófica de los tiburones martillo *Sphyrna lewini* y *Sphyrna zygaena* en el Pacífico Ecuatoriano basada en isótopos estables Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S.

- López-Herrera D.L. 2015. Caracterización de la energía de ingesta de *Istiophorus platypterus* (Shaw 1792) y *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758, a través de sus principales presas en la costa de Oaxaca, México. Tesis de maestría Thesis, Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca.
- Marchetti-Dolphine, P. (2014). Hábitos alimentarios de juvenes de tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (Chondrichthyes, Sphyrnidae) en el litoral del estado de Sao Paulo. Tesis de licenciatura Thesis, Tesis de licenciatura. UNESP, Rio Claro, Sao Paulo.
- Mascareñas-Osorio, I. (2002) Colección de referencia de otolitos de peces arrecifales de la bahía de La Paz. B.C.S., México. Tesis de licenciatura Thesis, UABCS, La Paz, B.C.S., México
- Mendez-Da Silveira E. D., Y. E. Torres-Rojas, F. Galván-Magaña, A. Sanchez-González, F. Elorriaga-Verplancken, A. Tripp-Valdez & A. Delgado-Huertas. 2020. Trophic interactions between shark species on the western coast of Baja California Sur: Inferences from stable isotopes. *Regional Studies in Marine Science* 39: 1-7.
- Méndez-Loeza, I. (2008) Edad y crecimiento del cazón pardo, *Mustelus henlei* (Gill, 1863), en la región norte del Golfo de California. . Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México
- Moncada-Rosas, A. M. 2021. Hábitos alimentarios del tiburón mamón pardo (*Mustelus henlei*) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura Thesis, Tesis de licenciatura. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México.
- Molina, R. E., F. A. Manrique & H. E. Velasco. 1996. Filtering apparatus and feeding of the Pacific mackerel (*Scomber japonicus*) in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 37:251-256.
- Moreno-Sánchez, X.G., O. Escobar-Sánchez, L.A. Abitia-Cárdenas & V.H. Cruz-Escalona. 2012. Diet composition of the sicklefin smooth-hound shark *Mustelus lunulatus* caught off El Pardito Island, Baja California Sur, Mexico. *Marine Biodiversity Records* 7: 1-5.

- Muñoz-Navarro, S.R. (2018) Variabilidad de las propiedades hidrográficas y el efecto de las chimeneas hidrotermales en el Golfo de California, febrero-mayo 2015. Tesis de licenciatura Thesis, UABC, Ensenada, B.C.
- Nalesso, E. 2014. Distribución espacio-temporal de los tiburones martillo, *Sphyrna lewini*, alrededor de la Isla del Coco (2005-2013), Pacífico Tropical Oriental. Tesis de licenciatura Thesis, Tesis de licenciatura. CICISE, Ensenada, B.C., México.
- Navia, A.F., P.A. Mejía-Falla & A. Giraldo. 2007. Feeding ecology of elasmobranch fishes in coastal waters of the Colombian Eastern Tropical Pacific. BMC Ecology 7(8).
- Navia, A.F., E. Cortés & P.A. Mejía-Falla. 2010. Topological analysis of the ecological importance of elasmobranch fishes: A food web study on the Gulf of Tortugas, Colombia. Ecological Modelling 221: 2918-2926.
- Oré-Villalba, D.O. 2017. Catálogo fotográfico de otolitos de peces marinos y dulceacuícolas del Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú 32(2): 136-213.
- Pauly D., Zeller D., Palomares M.L.D. 2020. Sea Around Us Concepts, Design and Data. Consultado: <https://www.seaaroundus.org/data/#/eez/945/marine-trophic-index>
- Peña-Moreno, D.V. 2020. Ecología trófica de juveniles de tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidente de Baja California Sur, México. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México
- Pérez-Guadamud, N. S. 2022. Análisis del contenido estomacal de juveniles de tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) durante 2019 – 2021. Tesis de licenciatura Thesis, Guayaquil, Ecuador.
- Pérez-Rojo, M.P. (2016) Hábitos alimentarios de la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosecea* (Streets, 1877), en Santa Rosalía, BCS, México. Tesis de maestría Thesis, CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México
- Pérez-Rojo M.P., X.G. Moreno-Sánchez, E. Marín-Enríquez, M.S. Irigoyen-Arredondo, L.A. Abitia-Cárdenaz & M.M. Quiroga-Samaniego. 2022. Hábitos alimentarios del pargo *Lutjanus peru* en la porción central del Golfo de California. Cien. Mar. 48: 1-19.
- Pérez Farfante, I. 1988. Illustrated Key to Penaeoid Shrimps of Commerce in the Americas. NOAA Technical Report NMFS 1-32.

- Quiroga Samaniego, M.D.M. (2020) Interacciones tróficas entre dos especies simpátricas de lutjanidos en Santa Rosalía, Baja California Sur, México. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S.
- Ramírez-Amaroa, S. & F. Galván-Magaña. 2019. Effect of gillnet selectivity on elasmobranchs off the northwestern coast of Mexico. *Ocean and Coastal Management* 172: 105-116.
- Rodríguez-Figueroa, G.M. (2004) Geoquímica de los oligoelementos, elementos mayores y elementos de las tierras raras, en los sedimentos marinos del distrito minero de Santa Rosalía, B.C.S, México. Tesis de maestría Thesis, Tesis de maestría. CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S., México
- Rodríguez-Romero, J., E. Álvarez-Bauman, M.R. Ochoa-Díaz, J. López-Martínez & M. Maldonado-García. 2013. Feeding habits of *Mustelus henlei* on the western coast of Baja California Sur, México / Hábitos alimentarios de *Mustelus henlei* en la costa occidental d Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Mar. y Ocean.* 48(2): 261-271.
- SAGARPA. Anuario Estadístico de Pesca 2022. México. 2002.
- Sánchez-Cota, J.A. 2016. Hábitos alimentarios de tres especies del género *Mustelus*, *Mustelus californicus*, *Mustelus henlei* y *Mustelus lunulatus*, en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura Thesis, UABCS, La Paz, B.C.S.
- Santos, M., M. Clarke & G. Pierce. 2001. Assessing the importance of cephalopods in the diets of marine mammals and other top predators: problems and solutions. *Fisheries Research*. 52(1-2): 121–139.
- Smith, P.E. & M.T. Zaret. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology* 5: 1248-1253.
- Soto-López, K., R. I. Ochoa-Báez, J. Tovar-Ávila, F. Galván-Magaña. 2018. Reproductive biology of the brown smooth-hound shark, *Mustelus henlei* (Chondrichthyes: Triakidae), off northwestern Mexico based on macroscopic and histological analyses. *Ciencias Marinas*. 44(2): 125–139.
- Soberón, M.J. & B.J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Cons. Biol.* 7(3): 480-488.

- Stillwell, C.E. & N.E. Kohler. 1982. Food, Feeding Habits, and Estimates of Daily Ration of the Shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 39: 407-414.
- Tavares, R. 2007. Parámetros Biológicos del Tiburón Coralino (*Carcharhinus perezi*) en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques, Venezuela. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 59: 583-588.
- Thomson, D.A., L.T. Findley & A.N. Kerstithc. 2000. Reef fishes of the Sea of Cortez. . The University of Texas Press. USA, 353 pp.
- Torres-Huerta, A.M., C. Villavicencio-Garayzar & D. Corro-Espinosa. 2008. Biología reproductiva de la cornuda común *Sphyrna lewini* Griffith & Smith (Sphyrnidae) en el Golfo de California. *Hidrobiológica* 18(3): 227-238.
- Torres-Rojas, Y., A. Hernández-Herrera & F. Galvan-Magaña. 2007. Feeding habits of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in Mazatlán waters southern Gulf of California, Mexico. *International Journal of Ichthyology* 30(4): 85-90.
- Tuset, V.M., A. Lombarte & C.A. Assis. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*: 7-198.
- Wolff, G.A. 1984. Identification and Estimation of Size From the Beaks of 18 Species of Cephalopods From the Pacific Ocean. *Environmental Engineering Division* 1-50.
- Xavier, J.C. & Y. Cherel. 2009. Cephalopod Beak Guide for the Southern Ocean Cambridge, UK., British Antarctic Survey, 129 pp.
- Yu W., X. Chen. 2018. Ocean warming-induced range-shifting of potential habitat for jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in the Southeast Pacific Ocean off Peru. *Fisheries Research*. 204: 137-146.
- Zanella, I., A. López & R. Arauz. 2009. Caracterización de la pesca del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, en la parte externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Mar. y Cost.* 1: 175-195.
- Zanella-Cesarotto, I., A. López-Garro & R. Arauz-Vargas. 2010. La alimentación de tiburones martillo juvenes (*Sphyrna lewini*) capturados en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 39(2): 447-454.