

**HÁBITOS ALIMENTICIOS DEL TIBURÓN MAMÓN PARDO (*Mustelus henlei*) EN
LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

Ana María Moncada Rosas

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

**HÁBITOS ALIMENTICIOS DEL TIBURÓN MAMÓN PARDO (*Mustelus henlei*) EN
LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

Tesis de grado para obtener el título de Bióloga

Ana María Moncada Rosas

Director

Felipe Galván Magaña

Doctor en Ciencias Marinas

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CICIMAR



UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ 2021

NOTA DE APROBACIÓN



Doctor en Ciencias Marinas

FELIPE GALVÁN MAGAÑA - DIRECTOR



Maestra en Ciencias

MARIANA ALEJANDRA VÁZQUEZ LIÑERO - JURADO



Doctor en Ciencias Marinas

ARTURO TRIPP VALDÉZ - JURADO



Doctor en Oceanografía

FEDERICO MALDONADO - JURADO

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer al Dr. Felipe Galván Magaña por esta hermosa oportunidad, ha sido un privilegio haberlo conocido y trabajado con usted. Gracias por aceptarme en su equipo, por todo lo que aprendí, la orientación y el apoyo incondicional tanto en el desarrollo de la tesis, como en nuestra estancia en La Paz.

Al Dr. Arturo Tripp Valdez, fue un verdadero placer haber trabajado con usted. Gracias por todos sus consejos y sugerencias para mejorar este trabajo, por todo lo que aprendí de usted, por la paciencia y la confianza que brindó en mí. No hubiera sido posible sin su ayuda.

A la bióloga Mariana Vázquez, por sus múltiples asesorías, consejos, y paciencia. Gracias por impulsarnos a seguir, y por correr con nosotras durante el desarrollo de este trabajo.

A la Dra. Katherine Soto por su acompañamiento y enseñanzas en campo, gracias por hacer de Santa Rosalía una experiencia maravillosa.

A mi familia: mi mamá, papá y hermana por toda su ayuda, apoyo y compañía durante todo este proceso. Gracias por siempre estar ahí para mí e impulsarme a tomar las mejores decisiones.

A mis amigos Lau, Cindy, July, y Bermu, por su compañía y amistad no solo durante la realización de este proyecto, sino a lo largo de toda mi vida, a pesar de la distancia siempre están ahí para mí y me impulsan a seguir adelante. Son mi segunda familia.

A Dani, Jaime, Santi, Yeferson, y Gabo por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera. Gracias por los ánimos que me dieron y por ser personas hermosas en mi camino, que llenan de luz mis días.

A Ale y Gyp, su amistad fue de las experiencias más bonitas de La Paz, y esta tesis no hubiera sido posible sin ustedes.

DEDICATORIA

Para Totin, Mima y Mika

NOTA DE SALVEDAD

"La universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por el Investigador en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético de este en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia"

Tabla de Contenidos

1. Introducción.....	1
2. Marco de Referencia.....	3
2.1. Generalidades de elasmobranquios.....	3
2.2. Pesca artesanal de elasmobranquios.....	5
2.3. Generalidades sobre <i>Mustelus henlei</i>	6
2.4. Antecedentes.....	8
2.5. Descripción del área de estudio.....	13
3. Pregunta de investigación.....	14
4. Justificación.....	15
5. Objetivos.....	17
5.1. Objetivo General.....	17
5.2. Objetivos Específicos.....	17
6. Metodología.....	18
6.1. Área de estudio.....	18
6.2. Fase de Campo.....	19
6.3. Fase de Laboratorio.....	20
6.3.1. Análisis de contenido estomacal.....	20

6.4. Fase de Gabinete	22
6.4.1. Diversidad y estimación del tamaño de muestra	22
6.4.2. Análisis cuantitativo de la dieta	23
6.4.2.1. Frecuencia de Ocurrencia (%FO)	23
6.4.2.2. Índice Numérico (%N)	24
6.4.2.3. Índice Gravimétrico (%W)	24
6.4.2.4. Abundancia Presa Específica	25
6.4.2.5. Métodos compuestos	25
6.4.3. Estrategia alimenticia y amplitud del nicho	26
6.4.4. Nivel trófico	27
6.4.5. Análisis estadístico	28
7. Resultados	29
7.1. Descripción general del muestreo	29
7.2. Determinación del tamaño de muestra	33
7.3. Espectro trófico general de <i>Mustelus henlei</i>	35
7.3.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho de <i>Mustelus henlei</i>	40
7.4. Espectro trófico de <i>Mustelus henlei</i> por sexos	42

7.4.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho por sexos	43
7.5. Espectro trófico de <i>Mustelus henlei</i> por estadios de madurez.....	45
7.5.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho por estadios de madurez	47
7.6. Espectro trófico de <i>Mustelus henlei</i> por año de muestreo	49
7.6.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho de <i>Mustelus henlei</i> por años de muestreo.....	50
7.7. Nivel trófico de <i>Mustelus henlei</i>	53
8. Discusión.....	54
8.1. Hábitos alimenticios de <i>Mustelus henlei</i>	56
8.2. Hábitos alimenticios de <i>Mustelus henlei</i> por sexos	61
8.3. Hábitos alimenticios de <i>Mustelus henlei</i> por estadios de madurez.....	62
8.4. Hábitos alimenticios de <i>Mustelus henlei</i> por años de muestreo	65
8.5. Nivel trófico.....	67
9. Conclusiones	69
10. Bibliografía	71
11. Anexos.....	86

Lista de figuras

Figura 1. Tiburón mamón pardo <i>Mustelus henlei</i> y sus caracteres morfológicos. A) Dientes con cúspide central alta; y B) aleta dorsal con borde posterior deshilachado.	7
Figura 2. Ubicación del área de muestreo en la costa occidental de Baja California Sur (BCS), México. Las letras corresponden a los campos pesqueros Bahía Tortugas (BT), Campito (C), y Malarrimo (M).	18
Figura 3. Número de estómagos de machos y hembras de <i>Mustelus henlei</i> muestreados durante cada año de colecta en la costa occidental de B.C.S.	29
Figura 4. Distribución de tallas para hembras (n=123) y machos (n=27) de <i>Mustelus henlei</i> capturados en la costa occidental de Baja California Sur. Las líneas punteadas indican la talla de primera madurez para hembras (rosa) y machos (azul).	30
Figura 5. Proporción de estómagos llenos y vacíos de los individuos de <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de B.C.S.	31
Figura 6. Número de estómagos muestreados de <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de Baja California Sur, en relación a su porcentaje llenado.	31
Figura 7. Distribución de frecuencias de los estados de digestión de las presas (n=149) consumidas por <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de Baja California Sur.	32
Figura 8. Curva de diversidad acumulada para la dieta general de <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de Baja California Sur. La línea negra muestra el promedio acumulado de Shannon-Wiener	

(HA') y la línea gris el coeficiente de variación (CV). La línea punteada indica el estómago a partir del cual la muestra es representativa.33

Figura 9. Curva de diversidad acumulada para la dieta de *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S, según sexo, estadio de madurez, y años de muestreo. Donde A) Hembras, B) Machos, C) Inmaduros, D) Maduros, E) 2015, F) 2016, G) 2018. La línea negra muestra el promedio acumulado de Shannon-Wiener (HA') y la gris el coeficiente de variación (CV). La línea punteada indica el estómago a partir del cual la muestra es representativa.34

Figura 10. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico para la dieta de *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S40

Figura 11. Estrategia alimentaria de *Mustelus henlei* según el gráfico propuesto por Amundsen *et al.* (1996) representando el 85% de la dieta (%PSIRI).....41

Figura 12. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico de las presas principales consumidas por cada sexo de *Mutelus henlei* en la costa occidental de B.C.S43

Figura 13. Estrategia alimentaria de machos y hembras de *Mustelus henlei* según el gráfico propuesto por Amundsen *et al.* (1996), representando el 85% de la dieta (%PSIRI)44

Figura 14. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico de las principales presas consumidas por cada estadio de madurez de *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S.....46

Figura 15. Estrategia alimentaria de organismos inmaduros y maduros de *Mustelus henlei* según el gráfico propuesto por Amundsen *et al.* (1996), representando el 85% de la dieta (%PSIRI).....48

Figura 16. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico de las principales presas consumidas por *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S, por cada año de muestreo.50

Figura 17. Estrategia alimentaria de *Mustelus henlei* en el 2015, 2016 y 2018, según el gráfico propuesto por Amundsen *et al.* (1996), representando el 85% de la dieta (%PSIRI)51

Lista de tablas

Tabla 1. Escala de porcentaje de llenado estomacal de Stillwell y Kohler (1982)	20
Tabla 2. Estados de digestión de presas según la escala propuesta por Galván-Magaña (1999). 22	
Tabla 3. Espectro trófico de <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).	37
Tabla 4. Niveles tróficos de <i>Mustelus henlei</i> por categoría estudiada a partir de la posición trófica de sus presas.	53

Lista de anexos

Anexo 1. Interpretación del gráfico propuesto por Costello (1990), modificado por Amundsen et al. (1996). Donde CDF=componente alto dentro de fenotipos; y CEF=componente alto entre fenotipos.	86
Anexo 2. Categorías de presas empleadas para calcular la composición estandarizada de la dieta y niveles tróficos de elasmobranquios (Cortés, 1999).	86
Anexo 3. Valores del Índice de Levin para cada una de las categorías de <i>Mustelus henlei</i> , en la costa occidental de Baja California Sur	87
Anexo 4. Espectro trófico de hembras de <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).	87
Anexo 5. Espectro trófico de machos de <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).	90
Anexo 6. Espectro trófico de individuos maduros de <i>Mustelus henlei</i> en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).	91

Anexo 7. Espectro trófico de individuos inmaduros de *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).94

Anexo 8. Espectro trófico de individuos de *Mustelus henlei* muestreados en el 2015 en la costa occidental de B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).....95

Anexo 9. Espectro trófico de individuos de *Mustelus henlei* muestreados en el 2016 en la costa occidental de B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).....97

Anexo 10. Espectro trófico de individuos de *Mustelus henlei* muestreados en el 2018 en la costa occidental de B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).....99

Anexo 11. Mapas de temperatura superficial del mar (SST) en la costa occidental de Baja California Sur durante los años de muestreo. Tomado de NOAA (2020) 101

Resumen

El tiburón *Mustelus henlei* es una de las especies más capturadas en la pesca artesanal de la costa occidental de Baja California Sur (BCS). Ante su explotación, y la importancia tanto económica como ecológica de esta especie, los estudios sobre hábitos alimenticios son importantes para entender su rol ecológico, especialmente en áreas impactadas por los humanos, para contribuir a la generación de estrategias de conservación. El objetivo del presente estudio fue determinar los hábitos alimenticios de *M. henlei* en la costa occidental de BCS, México. Se analizó el contenido estomacal de 150 individuos (122 hembras y 18 machos) capturados entre 2014 y 2018, a excepción del 2017. Se utilizaron índices específicos (%N, %FO y %W), y las presas más importantes se identificaron por medio de índices de importancia (IIR% y PSIRI%). Se determinó la amplitud de la dieta por medio del índice de Levin y el método de Amundsen, y se calculó el nivel trófico de la especie. El espectro trófico de *M. henlei* incluyó 41 categorías de presa (17 crustáceos, 21 peces teleósteos, un cefalópodo y una piel de mamífero marino). El estomatópodo *Hemisquilla californiensis* (26.7%PSIRI) y la langostilla *Pleuroncodes planipes* (20.88%PSIRI) fueron las presas de mayor importancia en la dieta. A pesar de que las presas principales fueron las mismas en todas las categorías, la diferencia en su proporción y la composición de sus presas secundarias, generó diferencias significativas en la dieta entre sexos, estadios de madurez y año de muestreo, por lo que no hubo traslape trófico entre sus dietas. El análisis gráfico de Amundsen y el índice de Levin indicaron que es una especie oportunista selectiva hacia crustáceos, a excepción de los organismos juveniles, que tienden a ser generalistas ($B_i=0.60$). El tiburón *M. henlei* se clasificó como un consumidor terciario ($NT=4.11 \pm 0.09$), debido a su amplio espectro de presas y sus hábitos bento-pelágicos.

Palabras clave: Elasmobranchios, espectro trófico, amplitud del nicho, nivel trófico.

Abstract

Mustelus henlei is one of the main shark species caught in artisanal fisheries on the western coast of Baja California Sur (BCS), Mexico. Due to high exploitation rates, and the economical and ecological importance of this species, studies regarding their basic biology and feeding ecology are important to understand the ecological roles of marine predators, especially in highly human-impacted areas, in order to contribute to the development of conservation strategies. This study aims to determine the feeding habits of *M. henlei* in the western coast of B.C.S., México. Samples were collected from 150 individuals (122 females and 28 males) between 2014 and 2018, excluding 2017. The diet was analysed through simple indexes (%N, %W, %FO) and the most important preys were determined through the use of %IRI and %PSIRI. The trophic niche and feeding habits were determined with Levin's index and Amundsen graphical method. Trophic level for the species was calculated. The trophic spectrum of *M. henlei* included 41 prey categories (17 crustaceans, 21 teleost fishes, one cephalopod and one marine mammal skin); the main two preys were the mantis shrimp *Hemisquilla californiensis* (26.7%PSIRI), and the red crab *Pleuroncodes planipes* (20.88%PSIRI). Even though the main preys were the same for all categories, due to their proportion and composition of secondary preys, statistical differences were found in the diet between sexes, maturity states and year of sampling, showing no dietary overlap. The species was classified as opportunistic and selective to crustaceans for all categories except from juveniles, who tend to be generalist ($Bi=0.60$). *M. henlei* was classified as a tertiary predator ($NT=4.11 \pm 0.09$), due to their wide prey spectrum, as well as its benthic and pelagic habits.

Key words: elasmobranchs, trophic spectrum, niche width, trophic spectrum

1. Introducción

Los elasmobranquios, conocidos comúnmente como rayas y tiburones, son organismos importantes tanto desde el punto de vista económico como ecológico (Ramírez-Amaro *et al.*, 2011). Por su rol de depredador, desempeñan un papel importante en la preservación de la salud, diversidad, y estabilidad de los ecosistemas marinos donde habitan, por lo que su remoción ocasionaría fuertes alteraciones en la estructura y función de los ecosistemas (Ferretti *et al.*, 2010). En México, gracias a las características geográficas de la zona, es posible encontrar más de 200 especies de elasmobranquios, de las cuales un gran porcentaje es de importancia comercial.

La creciente explotación de este recurso pesquero, las pocas regulaciones y medidas de control, junto con las características del ciclo de vida de los elasmobranquios, limitan la capacidad para preservar y gestionar el recurso de manera adecuada (Bizzarro *et al.*, 2017; Ramírez-Amaro *et al.*, 2013); por lo que es necesario generar estrategias focalizadas para prevenir el declive de sus poblaciones en aguas mexicanas. Para esto, es necesario elucidar aspectos biológicos de las diferentes especies (Galván-Magaña *et al.*, 1989; Woodland *et al.*, 2010).

A la costa occidental de Baja California Sur, se le considera una importante área de pesca, representando más del 80% de la captura de elasmobranquios del país (Ramírez-Amaro *et al.*, 2019), por lo que la sobreexplotación podría generar afectaciones tanto ecológicas, por la modificación de tramas tróficas, como socioeconómicas, ya que a partir de la pesca se generan un gran número de empleos, y esta actividad es el sustento de gran parte de la comunidad costera (Cartamil *et al.*, 2003).

Dentro de los géneros más frecuentes en las capturas de tiburones y rayas destacan *Alopias*, *Carcharhinus*, *Heterodontus*, *Myliobatis*, *Squatina* y *Mustelus* (Ramírez-Amaro *et al.*, 2013). *Mustelus*

henlei, es un pequeño tiburón costero, que corresponde a la segunda especie más representativa en la pesca de elasmobranchios en la costa occidental de B.C.S, contribuyendo entre el 42% y 49% de las capturas (Furlong-Estrada *et al.*, 2017; Ramírez-Amaro *et al.*, 2019).

Conocer la composición de la dieta de depredadores marinos resulta importante para entender las relaciones tróficas y flujos de energía en los ecosistemas que habitan (Galván-Magaña *et al.*, 1989). La información sobre los hábitos alimenticios también es útil para entender la historia de vida de los peces, su rol en el ecosistema, el impacto que pueden tener sobre otras poblaciones, y elucidar su distribución y posición en las cadenas tróficas (Cortés, 1999).

El análisis de contenido estomacal es uno de los métodos más empleados para obtener información de la dieta de organismos que ocupan posiciones medias y altas en las cadenas alimenticias (Kling *et al.*, 1992). La información cuantitativa de la dieta provee la base para entender el espectro de presas de una especie, y su ecología trófica general (Bizzarro *et al.*, 2017); por lo que determinar la composición de la dieta de tiburones, es de suma importancia para desarrollar modelos ecosistémicos de manejo.

A pesar de su amplia distribución geográfica, el conocimiento sobre el espectro trófico de *M. henlei* es limitado (Rodríguez-Romero *et al.*, 2013); evaluaciones sobre aspectos biológicos ecología trófica de esta especie resultan ser relevantes tanto en el contexto pesquero como ecológico (Navia *et al.*, 2006). Por lo anterior, el presente estudio pretende determinar la composición de la dieta de *M. henlei* y describir sus hábitos alimenticios considerando variaciones entre sexo, estadio de madurez, y época de muestreo.

2. Marco de Referencia

2.1. Generalidades de elasmobranquios

Los condricios o peces cartilaginosos pertenecientes a la clase Chondrichthyes, se caracterizan por poseer un esqueleto interno simple formado de cartílago flexible y carecer de huesos verdaderos (Nelson *et al.*, 2016). Aunque representan solo el 3.5% de la fauna de peces en el mundo, son un linaje muy diverso en cuanto a forma y tamaño, y viven en un gran número de ecosistemas (Compagno *et al.*, 2005; Blanco-Parra *et al.*, 2016). Existen dos grandes grupos dentro de los condricios: el más grande integrado por tiburones, rayas y afines (subclase Elasmobranchii) y otro representado por quimeras (subclase Holocephalii) (Del Moral-Flores *et al.*, 2013).

En general, características biológicas de los elasmobranquios como su baja fecundidad, lento crecimiento, gestación larga y madurez sexual tardía (estrategia de vida K), los hace particularmente vulnerables a impactos antropogénicos como sobreexplotación (Blanco-Parra *et al.*, 2016). Estos organismos, son depredadores de gran importancia ecológica ya que generan interacciones directas e indirectas con otras especies como consecuencia de la remoción de presas (Myers *et al.*, 2007); por lo que su pérdida ocasionaría fuertes efectos, como la formación de cascadas tróficas y alteración en la estructura y función de los ecosistemas (Stevens *et al.*, 2000), esto dependiendo del nivel trófico de cada especie, es decir, la posición en la que se encuentra un determinado organismo en las redes tróficas y que varía según la forma en la que este obtiene su energía (Jaramillo-Londoño, 2009).

Las estrategias de alimentación de los elasmobranquios, se agrupan en tres grandes categorías: generalistas, especialistas y oportunistas (Cortés, 1999). Para determinar la estrategia de alimentación de una especie, es relevante tener en cuenta tanto la amplitud del nicho, como la diversidad de presas (Amundsen *et al.*, 1997). Un depredador especialista utiliza un número bajo de recursos y presenta una

mayor preferencia por algunos componentes (diversidad baja), por lo que tiene un nicho ecológico estrecho; mientras que un depredador generalista usa una gran variedad de recursos sin ninguna selección, y posee un nicho ecológico amplio. Por otro lado, los depredadores oportunistas son aquellos que incluyen en su dieta los recursos más abundantes que están disponibles en su hábitat sin tener algún tipo de selección (Gerking, 1994; Amundsen *et al.*, 1997). Se debe tener en cuenta, que una población de elasmobranchios con nicho amplio puede consistir de individuos con nichos amplios, estrechos, o una combinación de estos. Por lo anterior, se han identificado dos componentes que contribuyen al nicho total de una población: 1) cada individuo muestra una variación en su propio uso del recurso (CDF – variación dentro del fenotipo), y 2) hay una variación en el uso del recurso entre individuos (CEF – variación entre fenotipos) (Anexo 1) (Amundsen *et al.*, 1996).

Factores como estadio de madurez, sexo, ubicación geográfica, y temporada, pueden generar variaciones intraespecíficas en el espectro trófico, entendiendo este como el total de componentes alimenticios de la dieta de un depredador (Gerking, 1994); por lo que los análisis de traslape resultan importantes para evaluar la repartición del recurso (Cortés, 1999).

Los estudios de hábitos alimenticios aportan información biológica básica necesaria para conocer de forma integral las vías de flujo energético entre comunidades y comprender las dinámicas de los ecosistemas (Galván-Magaña *et al.*, 1989). El análisis de contenidos estomacales, uno de los métodos más usados para realizar una caracterización del espectro trófico de una especie, es una fuente importante de información sobre las relaciones depredador-presa con un alto detalle taxonómico (Young *et al.*, 2015).

2.2. Pesca artesanal de elasmobranquios

La pesca artesanal, entendida como aquella compuesta por pesquerías multiespecíficas de pequeña escala que requieren poca inversión en tecnología y artes de pesca, comprende aproximadamente el 94% de la pesca mundial, y produce casi la mitad del suministro de pescado para consumo humano (Teh & Simula, 2011; FAO, 2012). En el 2006 se realizó una modificación a la normativa del sector pesquero en México contemplando la importancia económica, alimentaria y social de los elasmobranquios, donde se avala su pesca como actividad comercial (Ramírez-Amaro *et al.*, 2011). Esta pesca es de gran importancia ya que sostiene aproximadamente el 40% de la captura total nacional, y comprende el 80% del esfuerzo pesquero dirigido a elasmobranquios. Cabe resaltar, que el 90% de la producción se destina al consumo nacional (Bizarro *et al.*, 2007).

México se ubica como uno de los cinco principales países responsables de la explotación de tiburones y rayas a nivel global, reportando para el 2018 un desembarco de 43,000 toneladas de elasmobranquios, siendo las pesquerías de la costa del Pacífico las más representativas en cuanto a volumen, con un aporte del 80.7% (CONAPESCA, 2018), por lo que esta representa una actividad de gran importancia económica (Ramírez-Amaro, 2019).

El noroeste de México, específicamente la costa occidental de Baja California Sur (B.C.S), es una región caracterizada por su alta productividad y diversidad de recursos marinos, debido a que corresponde al límite sur del Sistema de la Corriente de California (SCC); y posee muchas características típicas de los sistemas de surgencia del Pacífico oriental (EBUS) (Durazo, 2009), por lo que exhibe una alta diversidad de elasmobranquios en sus aguas.

La mayoría de las capturas de tiburones y rayas en el noroeste de México son realizadas por pesquerías artesanales que emplean palangres o redes de enmalle como principal arte de pesca en viajes cortos que por lo general duran uno o dos días. Estas redes de monofilamento, que poseen una luz de malla de 6-33 cm, y se despliegan sobre la plataforma continental (profundidad ≤ 100 m) (Ramírez-Amaro *et al.*, 2013), se consideran el método más efectivo para capturar rayas (*Myliobatis* sp. y *Pseudobatus* sp.) y pequeños tiburones costeros, como el tiburón sulfín *Galeorhinus galeus*, el tiburón angelito *Squatina californica*. y cazones pertenecientes al género *Mustelus* (Santana-Morales *et al.*, 2008; Cartamil *et al.*, 2013; Ramírez-Amaro *et al.*, 2019).

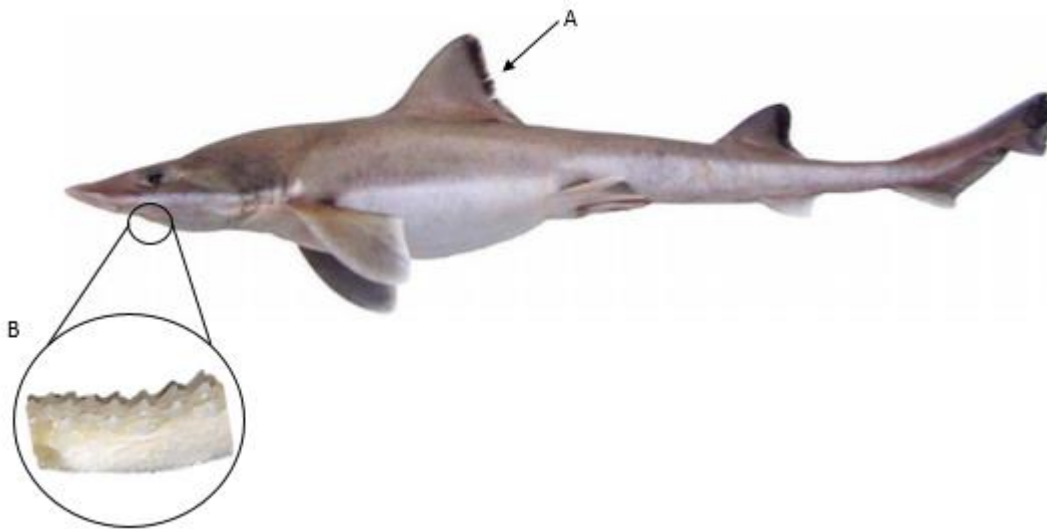
2.3. Generalidades sobre *Mustelus henlei*

El género *Mustelus* pertenece a la familia Triakidae, que comprende un total de 25 especies de pequeños tiburones demersales ampliamente distribuidos en mares tropicales, templados y fríos de todo el mundo. Estos pueden ser encontrados desde aguas someras hasta profundidades moderadas de aproximadamente 280 m (Fischer *et al.*, 1995). El género se caracteriza por tener cuerpos delgados, ojos grandes y ovalados, aleta dorsal sin espinas, y dientes con una cúspide pequeña y redonda (Castro, 1983). Cabe resaltar, que el género *Mustelus* aporta uno de los mayores volúmenes de captura en el Pacífico mexicano (Ramírez-Amaro *et al.*, 2019).

M. henlei (Gill, 1863), comúnmente conocido como cazón mamón pardo, o musola parda, es un tiburón epibentónico que se distribuye en la costa occidental del océano pacífico, desde el norte de California hasta Colima (México) y de Costa Rica a Perú. Este habita en fondos lodosos de la plataforma continental -zona intermareal- y cerca de la costa; a una profundidad de hasta aproximadamente 270 m (Pérez-Jiménez *et al.*, 2016). Morfológicamente se caracteriza por su coloración cobriza-marrón, sus dientes “pavimentados” con una cúspide central alta acompañada de

dos cúspides laterales más pequeñas, y por presentar aletas dorsales con el borde posterior de apariencia deshilachada con márgenes oscuros, como resultado de una oscura banda conspicua de ceratotrichia (Figura 1) (Compagno *et al.*, 2005; Pérez-Jiménez *et al.*, 2006).

Figura 1. Tiburón mamón pardo *Mustelus henlei* y sus caracteres morfológicos. A) Dientes con cúspide central alta; y B) aleta dorsal con borde posterior deshilachado. Tomado de Méndez-Loeza (2008).



M. henlei es la segunda especie más capturada en la pesquería artesanal de elasmobranquios de la costa occidental de B.C.S. (Furlong-Estrada *et al.*, 2017), donde se cree existen dos de las cinco subpoblaciones de la especie en el Pacífico (Sandoval-Castillo *et al.*, 2015). Los mayores volúmenes de esta especie, se obtienen por lo general en invierno y otoño, periodos durante los cuales realizan pequeñas migraciones (Bonfil, 1996; INAPESCA, 2006).

Para la costa occidental, la longitud total (L_T) promedio reportada para la especie es de 75.3 cm, siendo la mínima 45 cm y la máxima 153 cm (Soto-López *et al.*, 2018). Es una especie vivípara aplacentada con un ciclo reproductivo anual, cuyo periodo de gestación es de 10 a 12 meses, dando aproximadamente 10 crías (Fischer *et al.*, 1995). Debido a estos parámetros reproductivos, *M. henlei*

puede considerarse como una especie con alta productividad biológica dentro de los elasmobranquios por lo que pueden soportar cierto nivel de pesca si se les hace el manejo adecuado (Soto-López *et al.* 2018). Cabe resaltar, que la especie está categorizada por la UICN como en preocupación menor (Pérez-Jiménez *et al.*, 2016).

Además de su valor comercial, esta especie cumple un rol importante en el sistema bentopelágico, debido a su condición de mesodepredador, ya que actúa como una conexión importante entre las especies basales y de niveles tróficos bajos y especies del ápice de la trama trófica - depredadores pelágicos (Navia, 2013). En cuanto a hábitos alimenticios, ciertos autores han descrito a *M. henlei* como una especie con una dieta diversa compuesta de teleósteos, cefalópodos, camarones y estomatópodos (Espinoza *et al.*, 2012; Goñi-Godoy, 2017); donde los crustáceos, se han reportado como las presas más importantes de *M. henlei* (Compagno *et al.*, 2005). Sin embargo, los resultados muestran variaciones en la estrategia alimenticia de este tiburón, por lo que ha sido categorizando como oportunista (Espinazo *et al.*, 2012), generalista (Rodríguez-Romero *et al.*, 2013) y especialista (Espinoza-García, 2012).

2.4. Antecedentes

Espinoza *et al.* (2012) examinaron la composición de la dieta, cambios ontogénicos y traslapo trófico entre las etapas de vida de *Raja velezi* y *Mustelus henlei* en el océano Pacífico de Costa Rica. Encontraron que los camarones fueron la categoría de presas más importantes para la dieta de *R. velezi*, mientras que teleósteos y cefalópodos dominaron la dieta de *M. henlei*. En ambas especies la dieta de individuos inmaduros fue dominada por crustáceos, mientras que en organismos maduros los teleósteos eran más representativos. El estudio reporta a *M. henlei* como un depredador oportunista

con una dieta variada compuesta principalmente de teleósteos, cefalópodos, camarones y estomatópodos. Se reportó un traslape mínimos en la dieta de estas especies

Para esta misma zona del Pacífico, Espinoza *et al.* (2015) estudiaron la ecología alimenticia de cuatro elasmobranquios demersales por medio del análisis de contenido estomacal e isotopos estables. Dentro de las especies estudiadas encontraron que *M. henlei* se alimenta de un amplio rango de decápodos y teleósteos, que representan el 57% de la dieta de acuerdo al índice de Importancia Relativa Presa Específico (PSIRI); otras presas como cefalópodos (11% PSIRI) y estomatópodos (17.2% PSIRI) también fueron importantes. Su alimentación no varió entre sexos, pero si por estadios de madurez - la dieta de individuos inmaduros tuvo una mayor proporción de invertebrados, mientras que los teleósteos fueron más importantes en los adultos. Adicionalmente, reportaron variaciones regionales en la dieta, pues consumían una mayor cantidad de teleósteos y cefalópodos en la región norte del Pacífico, que en la región central y sur.

Gómez *et al.* (2003) realizaron un estudio donde describieron los hábitos alimenticios de *M. lunulatus* y *M. henlei* en el Parque Nacional Natural Gorgona, en el Pacífico colombiano. Se analizaron 139 estómagos de *M. lunulatus*, donde los crustáceos presentaron el mayor porcentaje de peso (96,3%), seguido por moluscos (3.4%) y peces (0.03%). Para *M. henlei* se analizaron 51 estómagos y se identificaron un total de 15 categorías taxonómicas – incluyendo restos de estomatópodos, restos de pez y material digerido. En la dieta, los crustáceos presentaron el mayor porcentaje en peso (69.9%), seguidos por peces (16.3%) y moluscos (11.2%), resaltando a *Squilla panamensis*, restos de peces y crustáceos, *Portunus iridiscens*, *Loliginidae*, *Euphylax dovii*, *Penaeus* sp. y *Squilla* sp., por representar más del 90% del contenido estomacal.

Franco-Moreno (2008) estudió el espectro trófico de *M. henlei* en la costa central del Pacífico colombiano. El 71% de los estómagos analizados presentaron contenido y se encontraron un total de 52 presas. El Índice de Importancia Relativa (%IIR) muestra al cefalópodo *Lolliguncula diomedae* como la presa más importante dentro de la dieta de esta especie (34.46%), después de esta, crustáceos como *S. panamensis* y *E. dovii* se destacaron en términos de cantidad de individuos, y *Callinectes arcuatus* con el aporte de peso. Por otro lado, los peces fueron el grupo menos representativo dentro de la dieta (17.3%), destacando el género *Anchoa*. Existió un traslape en la dieta tanto por sexo como por estados de madurez.

Paralelamente, Amariles *et al.* (2017) evaluaron los hábitos alimenticios y ecología trófica de *M. lunulatus* y *M. henlei* en el Pacífico colombiano. Del total de estómagos analizados, 15 de *M. lunulatus* (12.9%) y seis de *M. henlei* (4.88%) estaban vacíos. Se identificaron un total de 59 categorías de presas, representando 22 especies y 24 familias. El Índice de Importancia Relativa Presa Específico (%PSIRI), indica que *M. lunulatus* se alimenta en mayor proporción de crustáceos epibentónicos, especialmente *S. panamensis* (33.09%), mientras que *M. henlei* se alimenta casi exclusivamente de teleósteos (48.05%). Langostillas, cefalópodos, anomuros y poliquetos complementaron la dieta de ambas especies. El gran número de componentes alimenticios identificados indica que consumen varias presas consideradas ocasionales por sus valores bajos de número, masa y frecuencia de ocurrencia. No se presentaron diferencias en la dieta entre sexos y estadios de madurez para ninguna de las especies.

A pesar de la importancia económica de *M. henlei* en el sector pesquero de Baja California Sur, los estudios sobre alimentación de la especie son limitados para la zona. Espinoza-García (2012) realizó un estudio en Punta Lobos, donde se analizaron 185 estómagos, de los cuales, el 76% contenían

alimento. Se encontró que el tiburón mamón pardo presenta un espectro trófico compuesto por 43 categorías de presa, correspondientes a 18 familias, 23 géneros y 35 especies, que pertenecen principalmente a tres grupos: cefalópodos, crustáceos y peces. De acuerdo con el índice de importancia relativa (%IIR), *Lolliguncula diomedae* (57.3%), *Pleuroncodes planies* (19.2%) y *Plathymera gaudichaudii* (7.2%), fueron las especies más relevantes en la dieta. Un valor bajo del índice de Levin ($Bi=0.02$) indicó que tiene una estrategia de alimentación especialista. No se encontraron diferencias en la dieta según sexo ni tamaño, pero se observó una variación en relación a las temporadas de año: durante la época fría consume más crustáceos, mientras que en la temporada cálida los cefalópodos son más abundantes en la dieta.

Rodríguez-Romero *et al.* (2013) realizaron el primer estudio sobre los hábitos alimenticios de *M. henlei* en la costa occidental de B.C.S a profundidades entre 14 y 250 m. Analizaron 166 organismos capturados en el 2005, de los cuales el 66% poseía contenido estomacal, en los cuales identificaron un total de 24 categorías de presas (15 crustáceos, 6 peces y 3 cefalópodos). De acuerdo al %IIR las presas principales en la dieta fueron *P. planipes* (81.4%), materia orgánica no identificada – MONI (15.7%) y *Scomber japonicus* (0.94%). En cuanto a la amplitud de la dieta, se consideró a *M. henlei* como un depredador generalista y se observó un traslape en la dieta según sexo, área y talla.

En el estudio realizado por Sánchez-Cota (2016) en Bahía Tortugas, Baja California Sur, se determinaron los hábitos alimenticios de tres especies del género *Mustelus*: *M. californicus*, *M. henlei* y *M. lunulatus*, para lo cual se analizaron 19, 35 y 28 estómagos respectivamente, de los cuales el 100%, 94.3% y 91.9% estuvieron llenos. Las tres especies presentaron una estrategia alimentaria especialista. La especie con mayor importancia en el espectro trófico de las tres especies en cuanto al %IIR es el estomatópodo *Hemisquilla californiensis*, correspondiendo al 89.8%, 83.3% y 93.9% de

la dieta de *M. henlei*, *M. californicus* y *M. lunulatus* respectivamente. Los teleósteos tuvieron una mayor representatividad en la dieta de *M. henlei* que en las otras especies. La posición trófica de las especies fue entre 3.5 y 3.6, catalogándolos como depredadores terciarios.

Por su parte, Goñi-Godoy (2017) estudió la ecología trófica de hembras de *M. henlei* en Bahía Tortugas por medio del análisis isotópico y de contenido estomacal. Se analizó un total de 102 hembras y se identificaron un total de 18 categorías de presas, de los cuales ocho fueron peces, seis crustáceos, y dos moluscos. De acuerdo al %PSIRI, los componentes principales de la dieta fueron *P. planipes* (65.25%), seguido de *H. californiensis* (10.08%) y *Sardinops sagax* (1.38%). Tanto como el índice de Levin como el análisis isotópico muestran que *M. henlei* es un depredador selectivo con comportamiento especialista.

Martínez-Ayala (2018) caracterizó la ecología trófica de *M. lunulatus* en la costa occidental de Baja California Sur por medio del análisis de contenido estomacal e isótopos estables. El espectro trófico estuvo conformado por tres especies de cefalópodos, 29 especies de crustáceos, y nueve especies de peces. De acuerdo con el índice de importancia relativa presa específico (PSIRI), en Bahía Tortugas, *P. planipes* fue la presa más importante (39.4%), seguida de *H. californiensis* (19.46%PSIRI), mientras que, en Punta Lobos, *Platymera gaudichaudii* (25.87%) fue la más importante, seguida de *Achelous* spp (4.43%) y *Portunus* spp. El nivel trófico obtenido para ambas zonas osciló entre 3.7 y 3.85. No se encontraron diferencias significativas en la dieta entre sexos, estadios de madurez, ni temporada.

2.5. Descripción del área de estudio

La costa occidental de Baja California Sur (B.C.S) es fuertemente influenciada por el Sistema de la Corriente de California (SCC), el cual consiste de dos corrientes principales: la Corriente de California (CC), y la profunda Contracorriente Costera de California (CCC). Mientras que la CC constituye un flujo superficial de transporte de agua del Pacífico al ecuador, que por su origen subártico es bien oxigenada y posee baja salinidad y temperatura (Durazo, 2015); la CCC entra desde el límite austral del sistema y acarrea agua rica en nutrientes con alta salinidad y baja concentración de oxígeno del Pacífico ecuatorial hacia el Norte (Zaitsev *et al.*, 2003). Dentro de la CC, cerca de la costa, fluye una contracorriente durante los meses de otoño e invierno (Lynn & Simpson, 1987).

El SCC está sujeto a una alta variabilidad ambiental por dos factores principales: 1) la alta productividad de la zona, como consecuencia de la advección de la CC y de permanentes surgencias estacionales - que son más fuertes a mediados de año (Lluch-Belda, 2000); y 2) fuertes fenómenos climáticos como eventos del Niño, que aumentan la temperatura superficial del mar (SST) y reduce la biomasa fitoplanctónica, y eventos de La Niña que tienen el efecto contrario (Ortiz-Ahumada *et al.*, 2018).

El clima de la región se considera muy seco, con una temperatura media anual de 17° a 22° C. Presenta lluvias esporádicas en invierno, con una precipitación anual menor a 80 mm. Durante los años de muestreo, la temperatura superficial promedio del mar osciló entre $17,67 \pm 2,78$ y $23,01 \pm 3,32$ °C (Vásquez-Órtiz & Jiménez-Quiroz, 2018). Al ser la mayor parte de la península de Vizcaíno, los fondos de la región son predominantemente blandos constituidos por sedimentos arenosos y fangosos (Prado-Navarro *et al.*, 2016).

3. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los hábitos alimenticios del tiburón mamón pardo (*Mustelus henlei*) en la costa occidental de Baja California Sur, México?

4. Justificación

Los tiburones pequeños, comúnmente conocidos como cazones, cumplen una importante función ecológica en el medio bento-pelágico debido a su condición de mesodepredador, pues actúan como fuente de transferencia de energía entre los niveles bajos y altos de la cadena trófica (Bizarro *et al.*, 2007). La remoción de estos depredadores del medio, puede generar cascadas tróficas y consecuentemente afectar las estructuras poblacionales de otras especies (Grubbs *et al.*, 2016). Además, de su importancia ecológica, estos elasmobranquios poseen un gran rol económico por su alta incidencia en la pesquería artesanal; razón por la cual, evaluaciones sobre aspectos biológicos como alimentación, resultan ser relevantes tanto en el contexto ecológico como pesquero.

Los estudios sobre hábitos alimenticios de especies como *M. henlei* en la costa occidental de Baja California Sur, aportan de manera integral información biológica básica necesaria para comprender las vías de flujo energético entre comunidades y permite comprender las interacciones que se establecen entre especies de la cadena trófica, como depredación y competencia (Galván-Magaña *et al.*, 1989). El método de análisis de contenido estomacal resulta de gran importancia al momento de elucidar relaciones tróficas; y a su vez, permite conocer el alimento de un depredador cuantificándolo en términos de taxones específicos.

Si bien *Mustelus henlei*, es una especie clasificada por la UICN como en preocupación menor, su alta representatividad en las capturas de elasmobranquios de la costa occidental de B.C.S, al igual que su importante rol como depredador, hace que sea relevante obtener información sobre las tendencias alimenticias de las poblacionales y posición trófica de la especie en este ecosistema (Pérez-Jimenez *et al.*, 2016). Asegurar que esta información esté en constante actualización resulta importante pues puede ser usada para establecer posibles zonas de alimentación o de alta producción, entender la

trofodinámica local, predecir cambios en la fauna y aportar a la generación tanto de estrategias de manejo con enfoque ecosistémico, como de regulaciones que lleven a la pesca responsable y explotación sostenible del recurso.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Determinar los hábitos alimenticios de *Mustelus henlei* en la costa occidental de Baja California Sur, México mediante el análisis de contenido estomacal

5.2. Objetivos Específicos

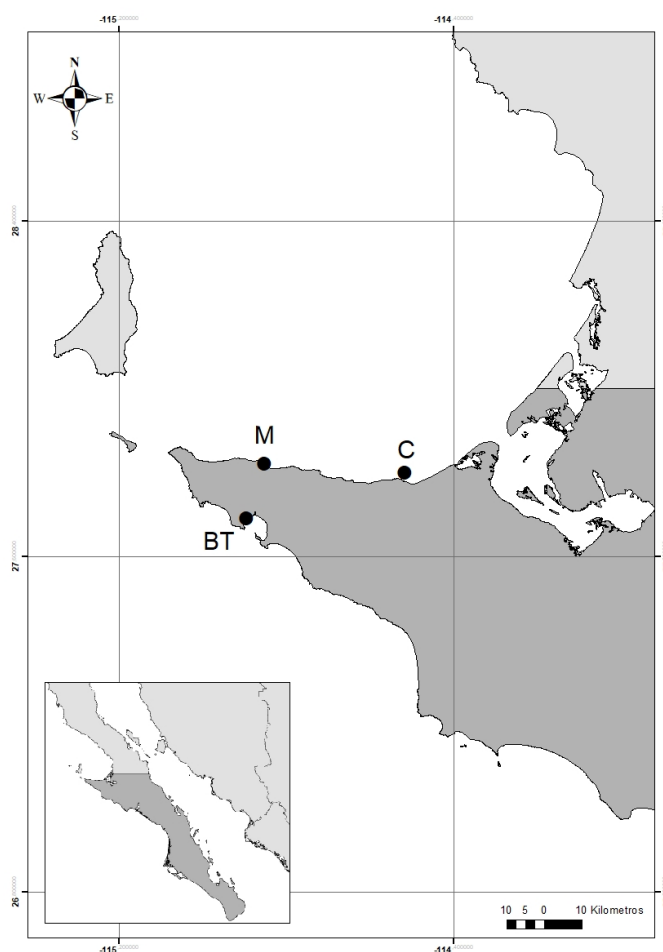
- Identificar la composición específica de la dieta y diversidad de presas de *Mustelus henlei* por medio del análisis de contenido estomacal
- Estimar la amplitud del espectro trófico, estrategia de alimentación y nivel trófico de *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S
- Determinar variaciones en la dieta de *Mustelus henlei* entre sexos, estadios de madurez y años de muestreo

6. Metodología

6.1. Área de estudio

Se realizaron muestreos en tres campos de pesca artesanal en el área de Bahía Tortugas en la costa occidental de Baja California Sur: Campito ($27^{\circ}48'0''$ N y $114^{\circ}31'4,8''$ W), Bahía Tortugas ($27^{\circ}41'30''$ N y $114^{\circ}53'45''$ W) y Malarrimo ($27^{\circ}49'19,2''$ N y $114^{\circ}51'7.2''$ W) (Figura 2).

Figura 2. Ubicación del área de muestreo en la costa occidental de Baja California Sur (BCS), México. Las letras corresponden a los campos pesqueros Campito (C), Bahía Tortugas (BT), y Malarrimo (M).



6.2. Fase de Campo

Los estómagos de *M. henlei* analizados en este estudio provienen de salidas de campo realizadas durante los meses de agosto y septiembre entre los años 2014 y 2018, exceptuando el 2017. Los muestreos forman parte del proyecto multidisciplinario “Tiburones y Rayas CICIMAR”.

Los organismos fueron capturados por pescadores mediante redes agalleras con longitud promedio de 250 m y luz de malla de 4-8 pulgadas, que fueron dispuestas a una distancia aproximada de 100 m de la costa. Las redes se desplegaron al atardecer y se recogieron a primera hora del día siguiente. Tras el desembarque, se registró la fecha y ubicación de captura y se identificaron los organismos de la especie de interés tomando en cuenta caracteres de la aleta dorsal y dentadura, empleando la guía de campo de Compagno *et al.* (2005). Con ayuda de una cinta métrica, se midió la longitud total (L_T) de cada organismo al milímetro más cercano, desde la punta del morro hasta la aleta caudal, con esta en su máxima extensión. Posteriormente, el sexo de los organismos se identificó por medio de la presencia o ausencia de gonopterigios. El estado de madurez sexual se determinó de acuerdo a la talla media de madurez reportada por Soto-López *et al.* (2018), donde se consideraron machos maduros aquellos individuos con longitud igual o superior a 63,6 cm y hembras a 65,6 cm.

Los tiburones se diseccionaron por la cavidad abdominal, desde la altura de las aletas pectorales hasta la cloaca con ayuda de un kit de disección, y se extrajo el estómago completo (desde el esófago hasta la válvula espiral). Estos se almacenaron de manera individual, en bolsas plásticas debidamente etiquetadas, y se transportaron en hielo hasta el laboratorio de Ecología de Peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), donde se refrigeraron a -18°C para minimizar los efectos degradantes de los ácidos estomacales, hasta su análisis.

6.3. Fase de Laboratorio

6.3.1. Análisis de contenido estomacal

Los estómagos se descongelaron completamente a temperatura ambiente y se estimó el porcentaje de llenado de acuerdo a la escala propuesta por Stillwell y Kohler (1982), donde se agruparon los estómagos en cinco categorías diferentes: el nivel cero indica un estómago completamente vacío, y el cuatro uno totalmente lleno (*Tabla 1*). Tras abrir completamente los estómagos empleando tijeras de disección y extraer todo su contenido, este se lavó rigurosamente con agua, y se pasó por un tamiz de luz de malla de 0,1 mm con el fin de obtener todas las presas y restos de ellas allí presentes. El contenido estomacal se separó por grupos taxonómicos, y cada presa se enumeró, etiquetó y pesó empleando una balanza analítica (SF-400D) con precisión de $\pm 0,01$ g. Los restos de organismos no identificables se registraron como Materia Orgánica No Identificada (MONI).

Tabla 1. Escala de porcentaje de llenado estomacal de Stillwell y Kohler (1982)

NIVEL	LLENADO (%)
0	Vacío
1	1-25%
2	26-50%
3	51-75%
4	76-100%

Se determinó el estado de digestión de cada presa empleando la escala de cuatro grados propuesta por Galván-Magaña (1999) (*Tabla 2*) y estas se identificaron hasta el taxón más bajo posible, según permitió su estado de descomposición. De este modo, los peces que se encontraron mínimamente descompuestos, fueron identificados por su morfología externa empleando las claves de Fischer *et al.* (1995). Peces con un grado medio de digestión (estados dos y tres), se identificaron empleando bibliografía especializada en características óseas como descripción de estructuras craneales, morfología, número total y posición de vertebras (Clothier, 1950; Barrera-García, 2008; & Sánchez-Cota *et al.*, 2016), esto tras remover cuidadosamente la carne de los huesos en caso de que estuviera presente. Para otolitos (estado 4 de digestión) se usaron los trabajos de Baremore & Bethea (2010), Harvey *et al.* (2000), García-Codos (2001), Díaz-Murillo (2006), Fitch & Brownell (1968) & Rosas-Arevalo *et al.* (2021).

Los crustáceos se identificaron por medio de sus exoesqueletos o restos de estos (quelas, pereopodos, y telson) empleando las claves de Salgado-Barragan & Hendrickx (2010), y Fischer (1995). La identificación de cefalópodos se efectuó por medio de estructuras mandibulares (pico) con las guías de Wolff (1982) y Clarke (1986).

Tabla 2. Estados de digestión de presas según la escala propuesta por Galván-Magaña (1999).

Estado	Descripción	Características
1	Fresco	Presas con estado de digestión no avanzado; en su mayoría completas que conservan la mayoría de sus características morfológicas externas intactas.
2	Intermedio	Organismos que no poseen características morfológicas externas (piel y aletas), pero hay músculo y esqueleto completo o parcialmente completo.
3	Avanzado	Presas parcialmente digeridas. Presencia de restos de esqueletos sin músculo (partes sueltas), y exoesqueletos de crustáceos.
4	Digerido	Estructuras rígidas poco digeribles como otolitos de peces, picos de cefalópodos, restos de crustáceos y vertebras sueltas. También se considera la materia orgánica no identificable (MONI).

6.4. Fase de Gabinete

6.4.1. Diversidad y estimación del tamaño de muestra

Empleando el programa EstimateS 9.1.0 se obtuvieron los valores de diversidad Shannon-Wiener por medio de remuestreos aleatorios (100) de los tipos de presa en función del número de estómagos analizados (Hoffman, 1979) (1).

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i) \log_2(p_i) \quad (1)$$

Donde:

H' = índice de diversidad de Shannon

p_i = proporción del número de organismos de cada presa

Empleando los valores medios y de desviación estándar, se calculó el coeficiente de variación (CV). Los datos se graficaron generando curvas de diversidad acumulada; donde el eje x corresponde al número de estómagos analizados, y el eje y la diversidad de presas (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003). Se determinó que el tamaño de muestra era adecuado para representar el espectro trófico, una vez el coeficiente de variación alcanzó valores inferiores a 0.05.

Las curvas de diversidad acumulada se realizaron para la totalidad de muestras, y para cada uno de los grupos a comparar dentro de estas: sexo, año de captura y estadio de madurez sexual.

6.4.2. Análisis cuantitativo de la dieta

La composición cuantitativa de la dieta se analizó empleando los métodos tradicionales de frecuencia de ocurrencia (%FO), índice numérico (%N), e índice gravimétrico (%W) (Hyslop, 1980), los cuales fueron calculados con el software R. Estos métodos simples se describen a continuación:

6.4.2.1. Frecuencia de Ocurrencia (%FO)

Se registró el número de estómagos en los cuales se presentaron uno o más individuos de una presa determinada, y este valor se expresó como una proporción con respecto al número total de estómagos con alimento analizados (2).

$$FO\% = \left(\frac{n_i}{n_T} \right) \times 100 \quad (2)$$

Donde:

n_i = número de estómagos que contienen la presa i

n_T = número total de estómagos con contenido

6.4.2.2. Índice Numérico (%N)

Se contabilizó la cantidad de presas de cada categoría alimenticia presente en los estómagos y el número se expresó como porcentaje de la cantidad de individuos en una categoría con respecto al total de individuos de las categorías (3).

$$\%N = \left(\frac{N_i}{N_T}\right) \times 100 \quad (3)$$

Donde:

N_i = número de presas i

N_T = número total de presas.

6.4.2.3. Índice Gravimétrico (%W)

Para este análisis se registró el peso húmedo en gramos (g) de las presas encontradas en los contenidos estomacales, y se expresó como el porcentaje del peso de los individuos en una categoría alimenticia, con respecto a la suma del peso de todas las presas encontradas (4).

$$\%W = \left(\frac{W_i}{W_T}\right) \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W_i = peso (en gramos) de la presa i

W_T = es el peso de todas las presas encontradas

6.4.2.4. Abundancia Presa Específica

La abundancia presa específica, definida como el porcentaje de abundancia un ítem de presa promediado sobre la cantidad de estómagos en el que ocurre, se calculó tanto para peso (%PW) como número (%PN) por medio de la fórmula (5):

$$\%PA_i = \frac{\sum_{j=1}^n \%A_{ij}}{n_i} \quad (5)$$

Donde:

$\%A_{ij}$ = abundancia – por número o peso– de la presa i en las muestras de estómagos j

n_i = número total de estómagos que contienen esa presa i

n = número total de estómagos.

6.4.2.5. Métodos compuestos

Los valores obtenidos por medio de los métodos simples se combinaron para obtener una mejor representación de la contribución de cada presa a la dieta de *Mustelus henlei*. Esto se hizo por medio del software R, donde se calcularon los índices expuestos a continuación.

Para conocer la importancia de las especies presas dentro de la dieta, se calculó el Índice de Importancia Relativa (%IIR) (Pinkas *et al.*,1971) (6). Este índice fue empleado únicamente para realizar comparaciones con datos obtenidos en estudios previos.

$$IIR = (\%N + \%W) \times \%FA \quad (6)$$

Adicionalmente, se calculó el Índice de Importancia Relativa Presa Específico (%PSIRI – por sus siglas en inglés) (7), propuesto por Brown *et al.* (2012). Este es una modificación del IIR, y al balancear los resultados con un modelo aditivo, incorporando la abundancia presa específica (% PN_i y % PW_i), permite obtener resultados más homogéneos y es menos sensible a valores extremos.

$$\%PSIRI_i = \frac{\%FO \times (\%PN_i + \%PW_i)}{2} \quad (7)$$

Estos índices fueron aplicados al total de estómagos de *M. henlei* que presentaron contenido estomacal, y de manera particular para cada sexo, año de captura y estadio de madurez, con el fin de encontrar diferencias en los hábitos alimenticios.

6.4.3. Estrategia alimenticia y amplitud del nicho

La estrategia alimentaria de *M. henlei* se determinó empleando el método gráfico propuesto por Costello (1990), modificado por Amundsen *et al.* (1996), el cual consiste en relacionar el índice de frecuencia de ocurrencia (%FO) contra la abundancia presa específica de cada ítem presa identificado (% P_i) (9). Esta relación permite separar visualmente la importancia de las presas (dominantes o raras), la estrategia alimentaria (generalista o especialista), además del comportamiento trófico de la población, es decir, si una presa es consumida en gran cantidad por unos pocos individuos (especialización individual) o si por el contrario, es consumida por la mayoría de los individuos estudiados (especialización poblacional) – contribución a la amplitud del nicho (Amundsen *et al.*, 1996). El gráfico se realizó por medio el Software estadístico R.

$$P_i = \left(\frac{\sum S_i}{\sum S_{ti}} \right) \times 100 \quad (9)$$

Donde:

S_i = abundancia de la presa i

S_{ti} = total del contenido estomacal de solo aquellos depredadores que contienen la presa i en su estómago.

Se calculó el Índice Estandarizado de Levin (B_i') (8) (Hurlbert, 1978) mediante el software estadístico R, para evaluar la amplitud del nicho trófico de *M. henlei*, tomando en cuenta la proporción de cada presa y como se distribuyen.

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left(\frac{1}{\sum_i p_{ij}^2} - 1 \right) \quad (8)$$

Donde:

p_{ij} = proporción de la presa j en la dieta del consumidor i

n = número de especies o categorías de presas.

Los valores de este índice oscilan entre cero y uno e indican la estrategia alimenticia del depredador. Valores cercanos a uno ($\geq 0,6$) indican una dieta generalista, mientras que valores cercanos a cero ($< 0,6$), reflejan una dieta más especializada (Labropoulou & Eleftheriou, 1997). Este índice fue utilizado en las diferentes categorías a estudiar (General, estadio de madurez, sexo y año de captura), para determinar algún tipo de especialización en la alimentación, y variaciones entre grupos.

6.4.4. Nivel trófico

El nivel trófico de *M. henlei* se estimó por medio de la ecuación de Christensen y Pauly (1992) (9) en el software TrophLab. Para los valores de niveles tróficos de las presas se emplearon los

propuestos por Dambacher *et al.* (2010); en caso de no encontrar la posición trófica específica de las presas, se usaron los valores estandarizados de Cortés (1999)(

Anexo 2).

$$TL = 1 + (\sum_{j=1}^n DC_{ij})(TL_j) \quad (9)$$

Donde:

TL = nivel trófico de las presas j

DC_{ij} = composición de la dieta (proporción de presas j en la dieta del depredador i)

n = número total de especies presa en la dieta

TL_j = posición trófica asignada a cada presa

6.4.5. Análisis estadístico

Empleando el paquete *vegan* del software estadístico R, se evaluaron las variaciones intraespecíficas de la dieta a nivel de sexo, estadio de madurez y año de captura por medio de un análisis de varianza multivariado permutacional- PERMANOVA. Las diferencias fueron evaluadas bajo 999 permutaciones, con base a matrices de similitud de Bray-Curtis que fueron generadas a partir de los datos numéricos de la dieta transformados por medio de raíz cuadrada (Oksanen *et al.*, 2013). Valores de $p < 0.05$, junto con un pseudo-F alto, indicaron diferencias significativas entre la dieta de los factores analizados; de no presentarse estos valores, se considera la existencia de un traslape trófico.

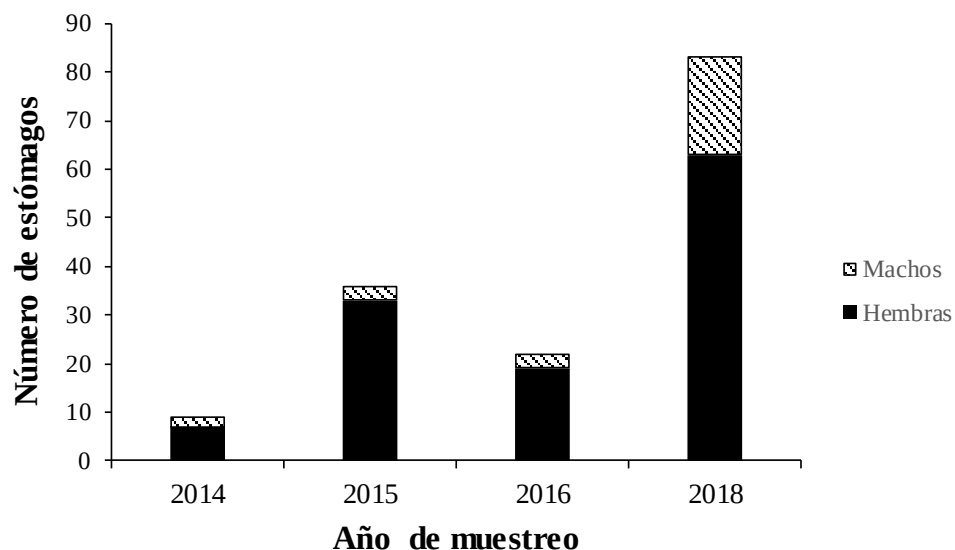
En aquellos casos donde el análisis de varianza mostró diferencias significativas en alguna de las variables, se procedió a realizar un análisis de similitud porcentual (SIMPER), con el fin de identificar la contribución de cada categoría de presa a las disimilitudes alimentarias.

7. Resultados

7.1. Descripción general del muestreo

Se capturaron un total de 150 individuos de *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S. El mayor número de muestras se obtuvo durante el 2018 ($n=83$), seguido por el 2015, 2016 y 2014 en los cuales las capturas aportaron el 24%, 14.6% y 6% de la totalidad de muestras, respectivamente. Del total de estómagos obtenidos, 123 (82%) pertenecieron a hembras y 27 (18%) a machos, la mayoría de los cuales fueron capturados en el 2018 (Figura 3).

Figura 3. Número de estómagos de machos y hembras de *M. henlei* muestreados durante cada año de colecta en la costa occidental de B.C.S



El rango de tallas –según la longitud total (L_T)–, de las muestras de *M. henlei* fue de 36 cm $\leq L_T \leq 109.4$ cm. Los machos presentaron un intervalo de tallas desde 45.5 cm a 100 cm de L_T , mientras que la talla de las hembras osciló entre los 36 cm y 109.4 cm. Tallas inferiores a 57 cm,

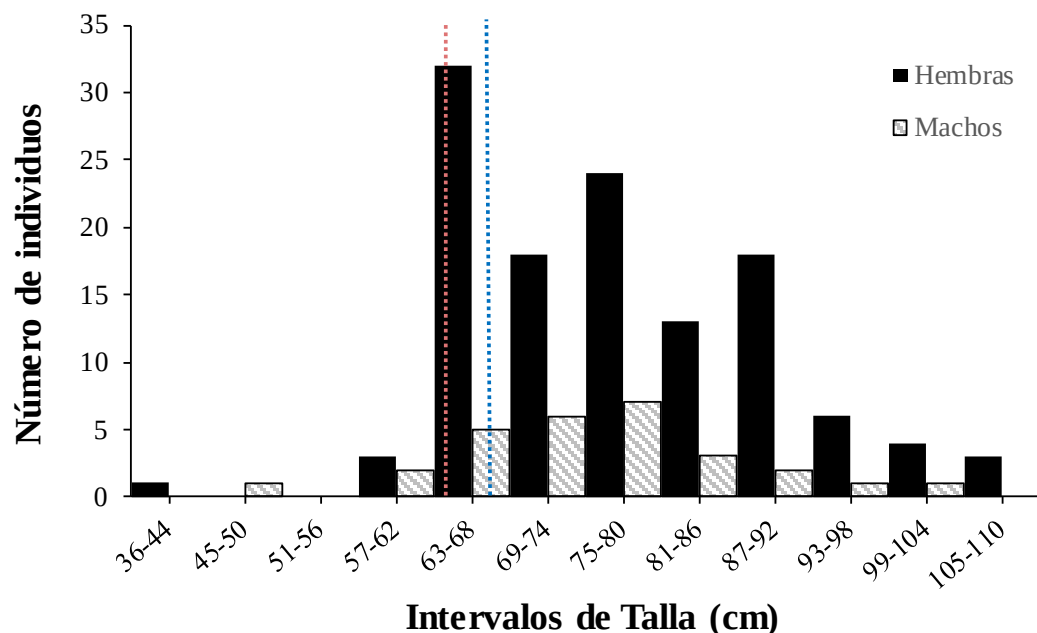
presentaron un único individuo tanto en machos como hembras. El mayor número de hembras se encontró entre los rangos de longitud 63-68 cm y 75-80 cm; y la mayoría de machos entre 63-80 cm (

Figura 4).

Teniendo en cuenta la talla de primera madurez reportada para la especie en esta zona, equivalente a 63.6 cm para machos y 65.6 cm en hembras, la proporción de tallas indica que en general, se capturaron una mayor proporción de ejemplares maduros para ambos sexos, representando el 84.6% (n=127) de los individuos muestreados. Se obtuvieron únicamente 23 individuos inmaduros (

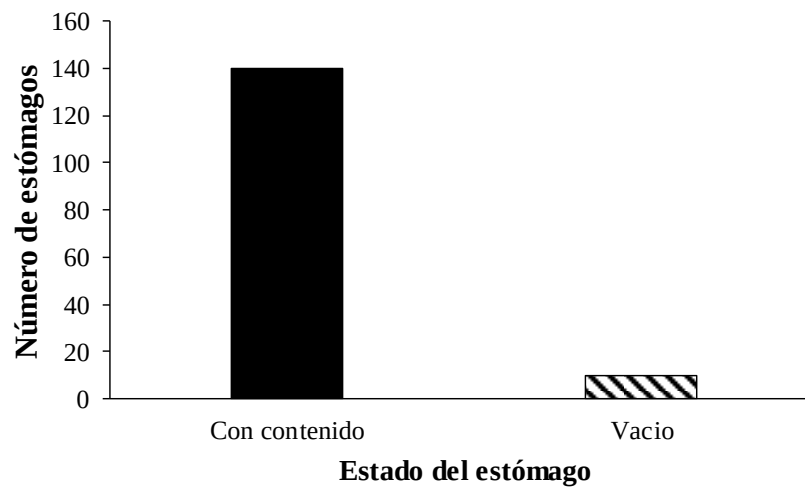
Figura 4).

Figura 4. Distribución de tallas para hembras (n=123) y machos (n=27) de M. henlei capturados en la costa occidental de Baja California Sur. Las líneas punteadas indican la talla de primera madurez para hembras (rosa) y machos (azul).



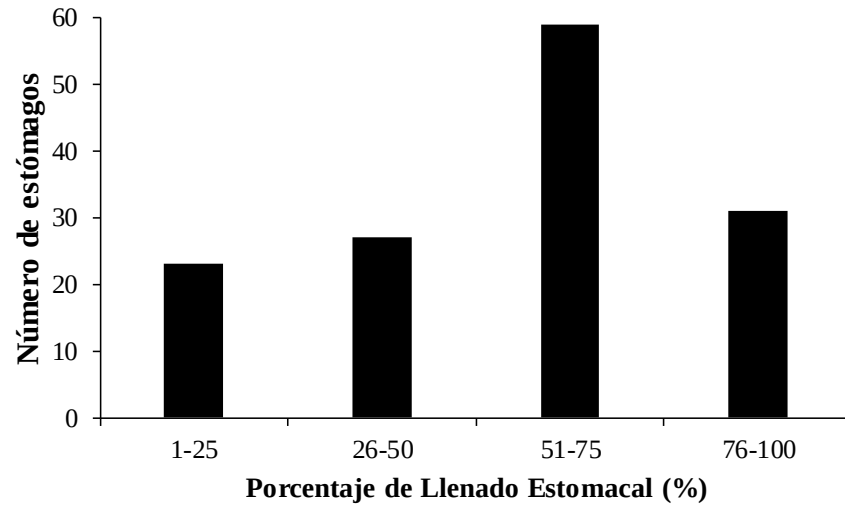
De los 150 estómagos analizados, 10 estaban vacíos (8 en hembras y 2 en machos); por lo que los estómagos con contenido representaron el 93.3% de las muestras (Figura 5).

Figura 5. Proporción de estómagos llenos y vacíos de los individuos de Mustelus henlei en la costa occidental de B.C.S



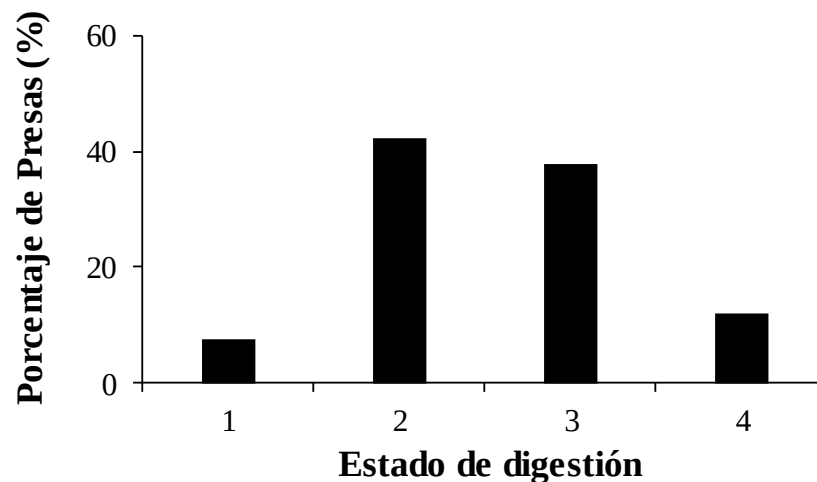
De forma general, 23 estómagos se encontraron con una repleción de 1-25% (categoría 1), y 27 con repleción del 26-50% (categoría 2). Para más del 50% de individuos capturados, el nivel de llenado estomacal varió entre el 51-75% (categoría 3) y el 76-100% (categoría 4), siendo la categoría 3 la más frecuente (n=59) (Figura 6).

Figura 6. Número de estómagos muestreados de M. henlei en la costa occidental de Baja California Sur, en relación a su porcentaje llenado



En los 140 estómagos con contenido, se encontraron un total de 272 presas. Aquellas con estados de digestión 1 y 4 fueron las menos frecuentes, representando el 7.72% y 12.13% de presas respectivamente. Los estados medios de digestión fueron los más comunes, encontrando el 42.27% de las presas en el estado 2 de digestión (Figura 7).

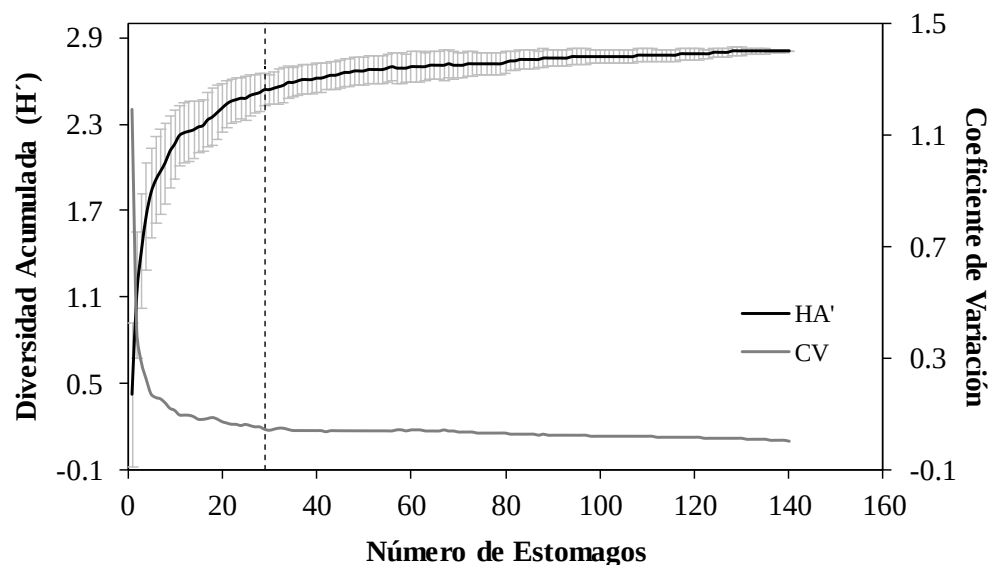
Figura 7. Distribución de frecuencias de los estados de digestión de las presas (n=149) consumidas por Mustelus henlei en la costa occidental de Baja California Sur



7.2. Determinación del tamaño de muestra

La curva de acumulación permitió determinar que el número de estómagos con contenido muestreados ($n=140$) fue suficiente para describir el espectro trófico general de *M. henlei*; considerando la muestra representativa a partir del estómago número 29 ($CV=0.043$) (Figura 8).

Figura 8. Curva de diversidad acumulada para la dieta general de *Mustelus henlei* en la costa occidental de Baja California Sur. La línea negra muestra el promedio acumulado de Shannon - Wiener (H') y la línea gris el coeficiente de variación (CV). La línea punteada indica el estómago a partir del cual la muestra es representativa.

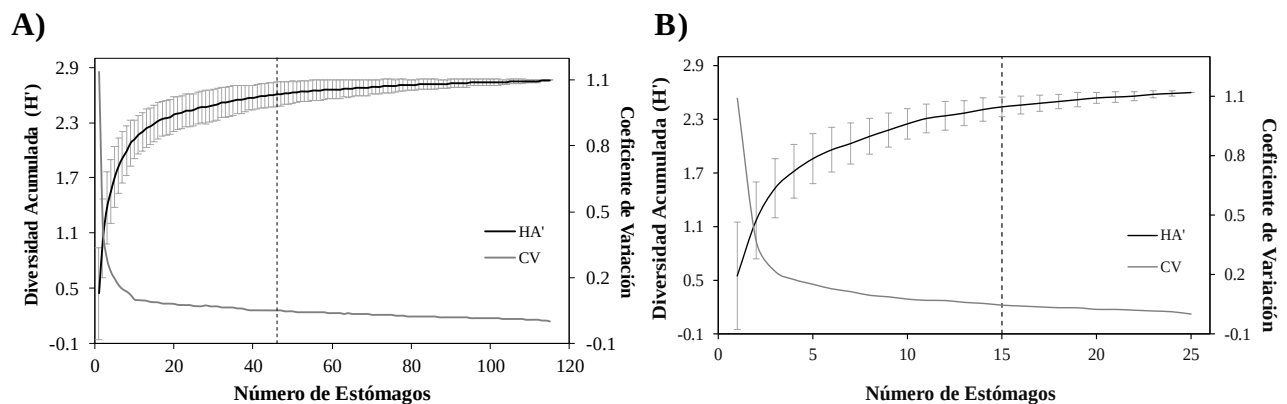


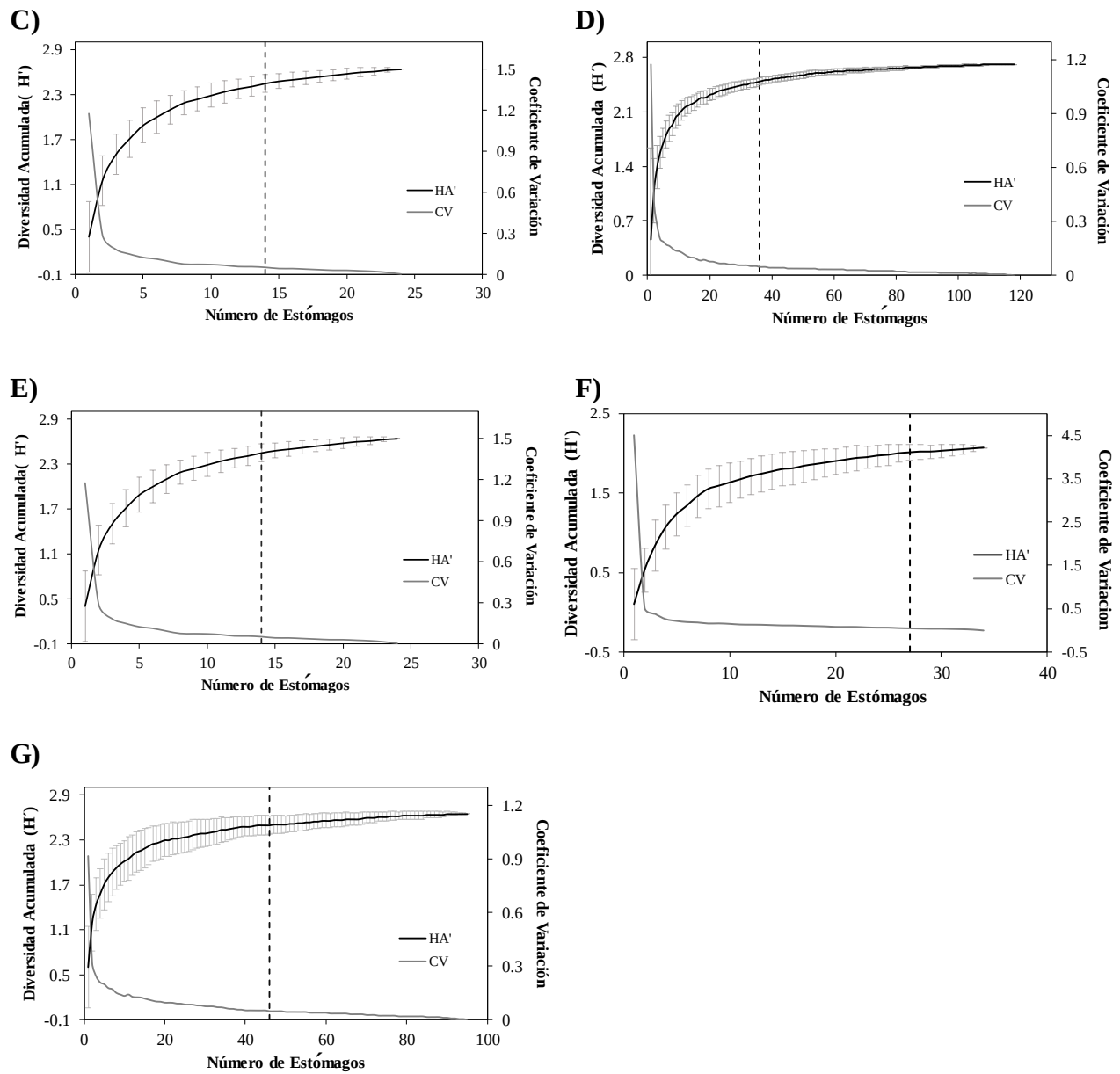
Al alcanzar la asíntota, las curvas de diversidad acumulada indicaron que el número de estómagos analizados de *M. henlei* son suficientes para poder analizar su dieta y variaciones en esta según sexo y estadio de madurez. La muestra se consideró representativa para hembras a partir del estómago 46 ($CV=0.049$) y para machos en el estómago 15 ($CV=0.045$)(Figura 9 A-B). Para los

organismos inmaduros, la muestra fue representativa en el estómago 14 (CV=0.048), mientras que para organismos maduros en el estómago 16 (CV=0.047) (Figura 9 C-D).

Adicionalmente, el número de estómagos con contenido fue representativo para describir la dieta de *M. henlei* en todos los años de muestreo (Figura 9E-G) a excepción del 2014 (n=9), por lo que la curva de acumulación para este año, no se presenta a continuación. Cabe resaltar que, aunque los estómagos obtenidos en este periodo no se incluyeron en el análisis del espectro trófico según el año de muestreo, si se tuvieron en cuenta para realizar la descripción general de la dieta.

Figura 9. Curva de diversidad acumulada para la dieta de M. henlei en la costa occidental de B.C.S, según sexo, estadio de madurez, y años de muestreo. Donde A) Hembras, B) Machos, C) Inmaduros, D) Maduros, E) 2015, F) 2016, G) 2018. La línea negra muestra el promedio acumulado de Shannon-Wiener (H') y la gris el coeficiente de variación (CV). La línea punteada indica el estómago a partir del cual la muestra es representativa.





7.3. Espectro trófico general de *Mustelus henlei*

El espectro trófico de *M. henlei* se conformó por un total de 41 categorías de presa, compuestas por 28 familias, 26 géneros y 11 especies, con una biomasa total de 2.329,54g. Entre las presas, se

encontraron 17 categorías de crustáceos, 21 peces teleósteos, un cefalópodo, y un mamífero; también se tuvo en cuenta la materia orgánica no identificada (MONI) (Tabla 3).

Los crustáceos fueron las presas más relevantes en la dieta de *M. henlei* en términos de número (58.26%) y peso (63.45%). Dentro de la clase Crustacea, el estomatópodo *Hemisquilla californiensis* fue la presa de mayor importancia en peso (37.46%) y número (22.34%), sin embargo, su frecuencia de ocurrencia, equivalente al 40%, fue ligeramente superada por la de *P. planipes*, ya que esta se presentó en el 42.86% de los estómagos, con un porcentaje de importancia en peso y número de 16.81% y 21.98% respectivamente (Tabla 3).

Los peces teleósteos fueron la segunda categoría de presa más representativa en la dieta (%N=36.45 y %W=34.55%). Para este grupo, las presas más importantes en cuanto a la abundancia fueron: *Porichthys* spp. (6.59%), *Porichthys notatus* (4.76%) y *Sardinops sagax* (4.44%). Estas también fueron relevantes en términos de frecuencia de ocurrencia, con valores equivalentes a 12.14%, 9.29% y 8.57% a correspondencia. En conjunto, estas presas aportaron el 17.21% de la biomasa total (Tabla 3).

A pesar de que representan valores bajos en cuanto a su aporte en peso y número, la familia Delphinidae (%W=1.42 y %N=3.66) y el género *Prionotus* spp. (%W=0.87% y %N=4.03), estuvieron presentes en el 7.14% y 7.86% de los estómagos muestreados (%FO)(Tabla 3).

El grupo menos representativo en la dieta de *M. henlei* fueron los cefalópodos, presentando bajos porcentajes en número (0.37%), peso (0.27%) y frecuencia de ocurrencia (0.71%); para esta clase se reportó un único individuo de la especie *Octopus* spp. (Tabla 3).

Con relación a la contribución de cada presa a la dieta, el Índice de Importancia Relativa (%IIR) marca a los crustáceos como las presas más importantes con una representatividad de 89.34%, seguido de peces teleósteos con 9.84%. Este índice señala a *H. californiensis* (51.82%) y *P. planipes* (36%) como los componentes principales de la dieta. El resto de las presas tuvieron un %IIR inferior a 3.5% (Tabla 3).

Tabla 3. Espectro trófico de *M. henlei* en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN _i	%PW _i	%IIR	%PSIRI
CRUSTACEA							
STOMATOPODA							
Eurysquillidae							
<i>Eurysquilla</i> spp.	0.71	0.37	0.31	25	73.29	0.01	0.35
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	40	22.34	37.46	61.31	72.59	51.82	26.78
Squillidae							
<i>Meiosquilla dawsoni</i>	2.86	1.47	3.81	50.83	43.22	0.33	1.34
<i>Schmittius politus</i>	5.71	2.93	1.48	54.17	65.53	0.55	3.42
<i>Squilla biformis</i>	3.57	1.83	1.08	51.67	38.36	0.23	1.61
Restos de estomatópodo	2.14	1.1	1	100	79.96	0.1	1.93
Subtotal Stomatopoda		30.04	45.14			53.04	35.43
DECAPODA							
Cancridae							
<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	1.43	0.73	0.72	22.5	26.55	0.04	0.35
Coenobitidae*	0.71	0.37	0.05	33.33	53.33	0.01	0.31
Portunidae							

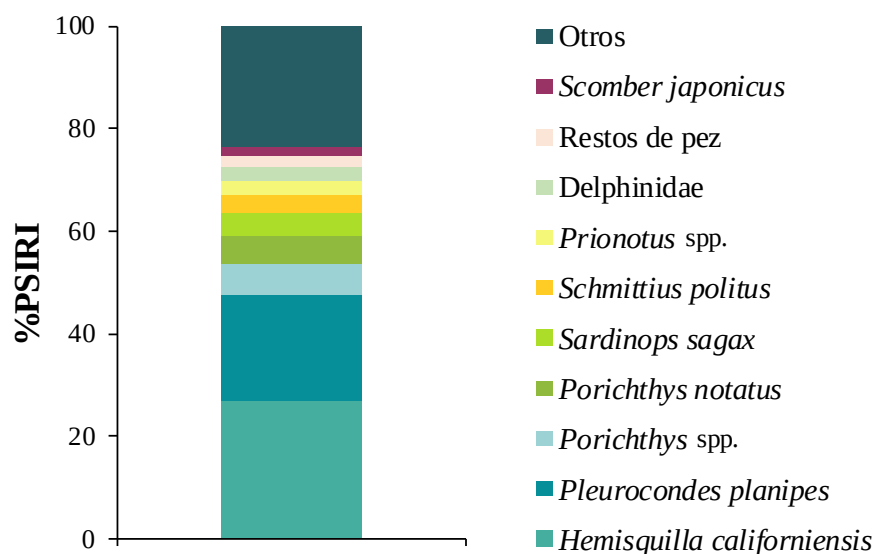
Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<i>Euphylax</i> spp.	0.71	0.37	0.06	33.33	3.19	0.01	0.13
Grapsidae*	1.43	0.73	0.06	41.67	24.01	0.02	0.47
Aethridae							
<i>Hepatus</i> spp.	1.43	0.73	0.22	66.67	88.6	0.03	1.11
Hyppolytidae*	0.71	0.37	0.05	100	100	0.01	0.71
Diogenidae							
<i>Paguristes</i> spp.	3.57	1.83	0.13	27.33	9.69	0.15	0.66
Penaeidae							
<i>Penaeus</i> spp.	0.71	0.37	0.07	50	53.54	0.01	0.37
Munidae							
<i>Pleuroncodes planipes</i>	42.86	21.98	16.81	49.89	47.57	36	20.88
Polychelidae	0.71	0.37	0.14	100	100	0.01	0.71
Subtotal Decapoda		27.85	18.31			36.29	25.7
ISOPODA							
Cymothoidae*	0.71	0.37	0	50	0.27	0.01	0.18
Subtotal Isopoda		0.37	0			0.01	0.18
TOTAL CRUSTACEA		58.26	63.45			89.34	61.31
CEPHALOPODA							
Octopodidae							
<i>Octopus</i> spp.	0.71	0.37	0.27	20	20.14	0.01	0.14
TOTAL CEPHALOPODA		0.37	0.27			0.01	0.14
TELEOSTI							
Atherinidae							
<i>Atherinops affinis</i>	2.14	1.1	0.44	58.33	43.46	0.07	1.09
Batrachoididae							
<i>Porichthys notatus</i>	9.29	4.76	8.16	50.26	68.25	2.6	5.5
<i>Porichthys</i> spp.	12.14	6.59	5.56	49.51	48.26	3.2	5.94
Carangidae*	3.57	1.83	0.54	35	21.13	0.18	1
<i>Selar</i> spp.	0.71	0.37	0.03	50	51.26	0.01	0.36

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<i>Seriola</i> spp.	2.86	1.47	2.21	30	34.99	0.23	0.93
Clupeidae*	2.86	1.83	0.15	44.58	26.36	0.12	1.01
<i>Opisthonema</i> spp.	2.14	1.1	1.18	83.33	67.6	0.11	1.62
<i>Sardinops sagax</i>	8.57	4.4	3.59	48.89	55.99	1.48	4.49
Haemulidae							
<i>Haemulopsis</i> spp.	0.71	0.37	0.01	33.33	6.41	0.01	0.14
Lutjanidae*	0.71	0.37	0.08	20	22.89	0.01	0.15
Mugilidae							
<i>Mugil</i> spp.	0.71	0.37	0.1	100	100	0.01	0.71
Ophiididae							
<i>Lepophidium microlepis</i>	2.14	1.1	6.72	83.33	70.6	0.36	1.65
<i>Ophidion</i> spp.	0.71	0.37	0.79	100	100	0.02	0.71
Scombridae							
<i>Scomber japonicus</i>	2.14	1.1	2.61	83.33	99.11	0.17	1.95
Serranidae							
<i>Serranus</i> spp.	1.43	0.73	0.13	29.17	13.5	0.03	0.3
Synodontidae*	1.43	0.73	0.43	41.67	11.72	0.04	0.38
<i>Synodus</i> spp.	2.86	1.47	0.48	30	16.35	0.12	0.66
Triglidae*	0.71	0.37	0.23	100	100	0.01	0.71
<i>Prionotus</i> spp.	7.86	4.03	0.87	42.27	34.36	0.83	3.01
Restos de pez	4.29	2.2	0.24	56.94	34.82	0.23	1.97
SUBTOTAL TELEOSTI		36.66	34.55			9.84	34.28
<u>MAMMALIA</u>							
Delphinidae	7.14	3.66	1.42	43.33	31.77	0.79	2.68
SUBTOTAL MAMMALIA		3.66	1.42			0.79	2.68
<u>MONI</u>	2.14	1.1	0.31			0.07	1.25

*Presas identificadas hasta familia

El Índice de Importancia Relativa Presa Específico (%PSIRI), rectificó a los crustáceos como el grupo más representativo en la dieta de *M. henlei* (61.31%); dentro de este, los estomatópodos fueron los de mayor aporte a la dieta (35.43%). De acuerdo al índice, el camarón mantis *H. californiensis* (26.78%), y la langostilla *P. planipes* (20.88%) fueron las presas más importantes en la dieta, seguidas de *Porichthys* spp. (5.94%), *Porichthys notatus* (5.5%) y *Sardinops sagax* (4.49%). Demás presas como Delphinidae, *Prionotus* spp, *Schmittius politus*, entre otras, tuvieron valores de %PSIRI inferiores a 4% (Tabla 3)(Figura 10).

Figura 10. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico para la dieta de *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S

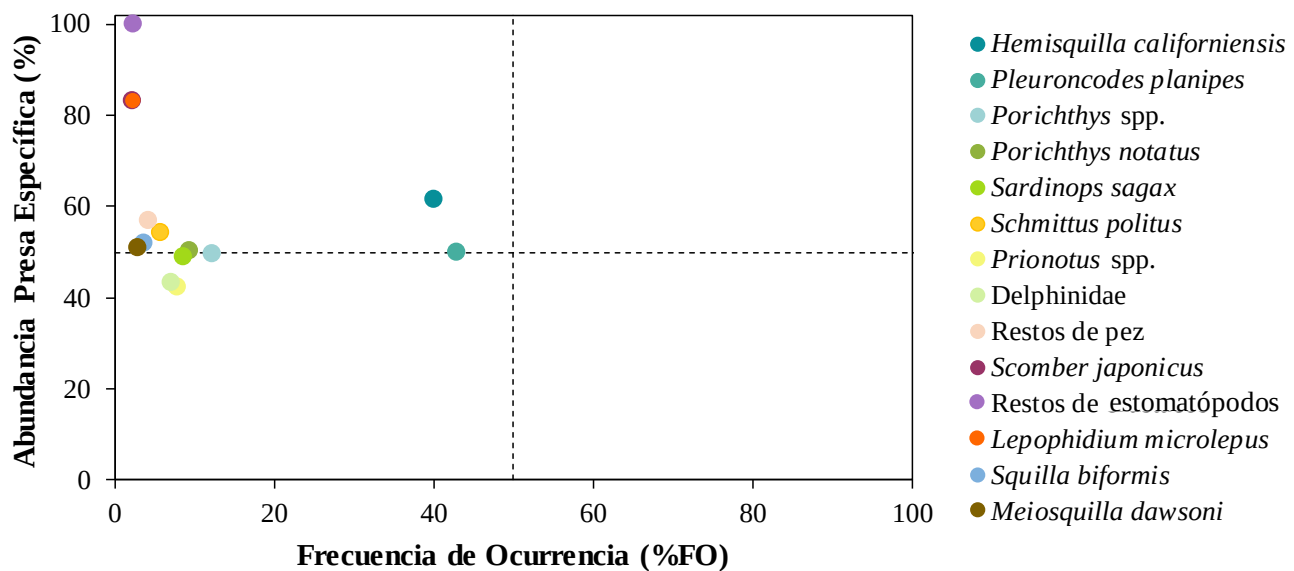


7.3.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho de *Mustelus henlei*

El análisis gráfico de la estrategia de alimentación demuestra que *M. henlei* posee una estrategia tipo 1 (alta especialización entre organismos), indicando una alta contribución entre individuos hacia

la amplitud del nicho, por lo que se observa una baja frecuencia de ocurrencia, pero alta importancia presa específica de varias de las presas. Lo anterior se representa por la distribución de las categorías presa, ya que tienden hacia la esquina superior izquierda del plano, indicando que estos pueden ser depredadores oportunistas. A pesar de alimentarse de una gran variedad de presas, *H. californiensis* y *P. planipes* fueron las más importantes en la dieta de *M. henlei*, ya que un gran número de individuos los consumen en proporciones altas; sin embargo, al encontrarse en menos del 50% de los estómagos analizados, no se consideran dominantes. Algunas presas como Delphinidae y *Prionotus* spp. se consideran raras (Figura 11). La amplitud del nicho de acuerdo al Índice de Levin obtuvo un valor de 0.194, indicando que son especialistas (Anexo 3).

Figura 11. Estrategia alimentaria de *Mustelus henlei* según el gráfico propuesto por Amundsen et al. (1996) representando el 85% de la dieta (%PSIRI)



7.4. Espectro trófico de *Mustelus henlei* por sexos

Las hembras de *M. henlei* consumieron un total de 223 organismos, pertenecientes a 39 categorías presa, dentro de las cuales se identificaron 26 familias, 25 géneros y 11 especies; aportando una biomasa total de 2009.8g. La dieta estuvo compuesta principalmente por teleósteos y crustáceos, representando el 53.85% y 38.46% de las presas respectivamente (Anexo 4). En el caso de los machos, la dieta estuvo compuesta por un total de 50 organismos (319.74 g), perteneciente a 20 categorías presa, clasificadas en 24 familias, 14 géneros y 9 especies (Anexo 5). Al igual que en hembras los peces (57.89%) representaron un mayor porcentaje en categorías de presas a comparación de crustáceos (35.43%).

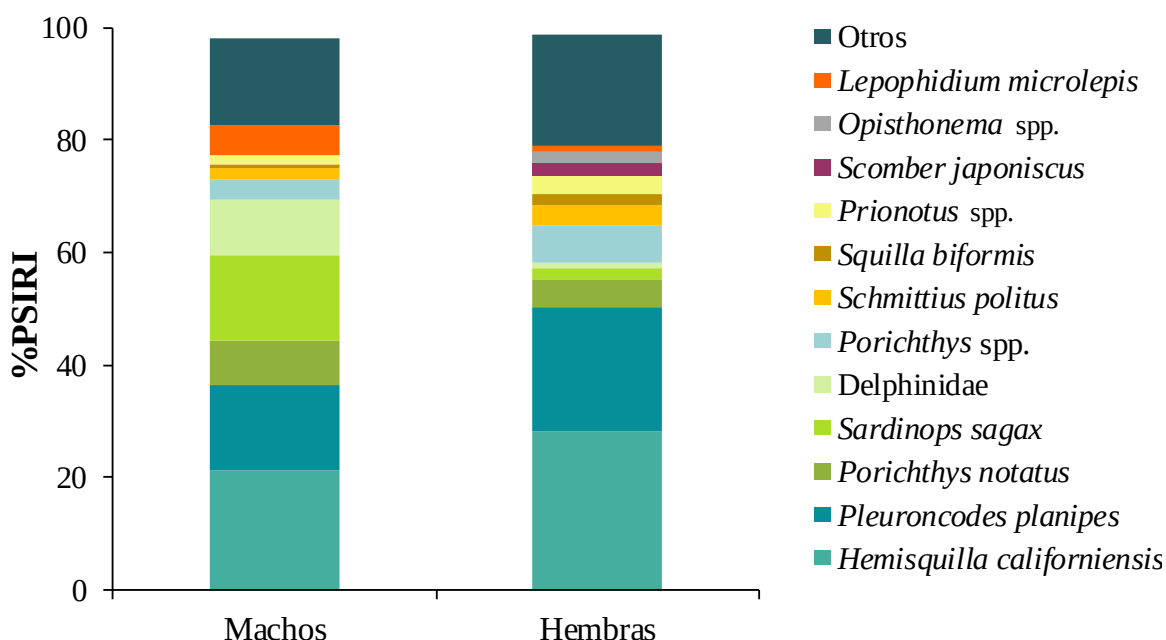
De acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (%PSIRI), dos crustáceos representaron más de la mitad de la dieta de las hembras de *M. henlei*, estos siendo: *H. californiensis* (28.01%) y *P. planipes* (22.12%). En este grupo, presas como *Porichthys* spp. (6.44%), *P. notatus* (4.96%), *S. politus* (3.7%), y *Prionotus* spp. (3.35%) fueron presas secundarias (Figura 12).

Por otro lado, *H. californiensis* (21.11%), *Sardinops sagax* (15.28%), y *P. planipes* (15.19%) fueron las presas más importantes en la dieta de los machos. Aunque también resaltan: Delphinidae, *P. notatus* y *Lepophidium microlepis* con un aporte de 9.85%, 8% y 5.24% respectivamente. Entre las presas secundarias se encontraron *S. politus* (2.14%), *Prionotus* sp. (1.44%) y *Squilla biformis* (0.67%) (Figura 12). En general, los peces tuvieron una mayor importancia en la dieta de los machos que la de las hembras.

Se encontraron diferencias significativas entre el espectro trófico de machos y hembras (PERMANOVA $F=2.3704$, $p=0.011$). Esta diferencia estadística radicó no solo en los porcentajes de

contribución de especies principales sino también en la aportación de presas secundarias, siendo las presas con mayor aporte a la disimilitud según la prueba SIMPER: *P. planipes*, *H. californiensis*, *S. sagax*, Delphinidae, *P. notatus*, *Prionotus* spp., *Meiosquilla dawsoni*, y *Lepophidium microlepis*.

Figura 12. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico de las presas principales consumidas por cada sexo de *M. henlei* en la costa occidental de B.C.S



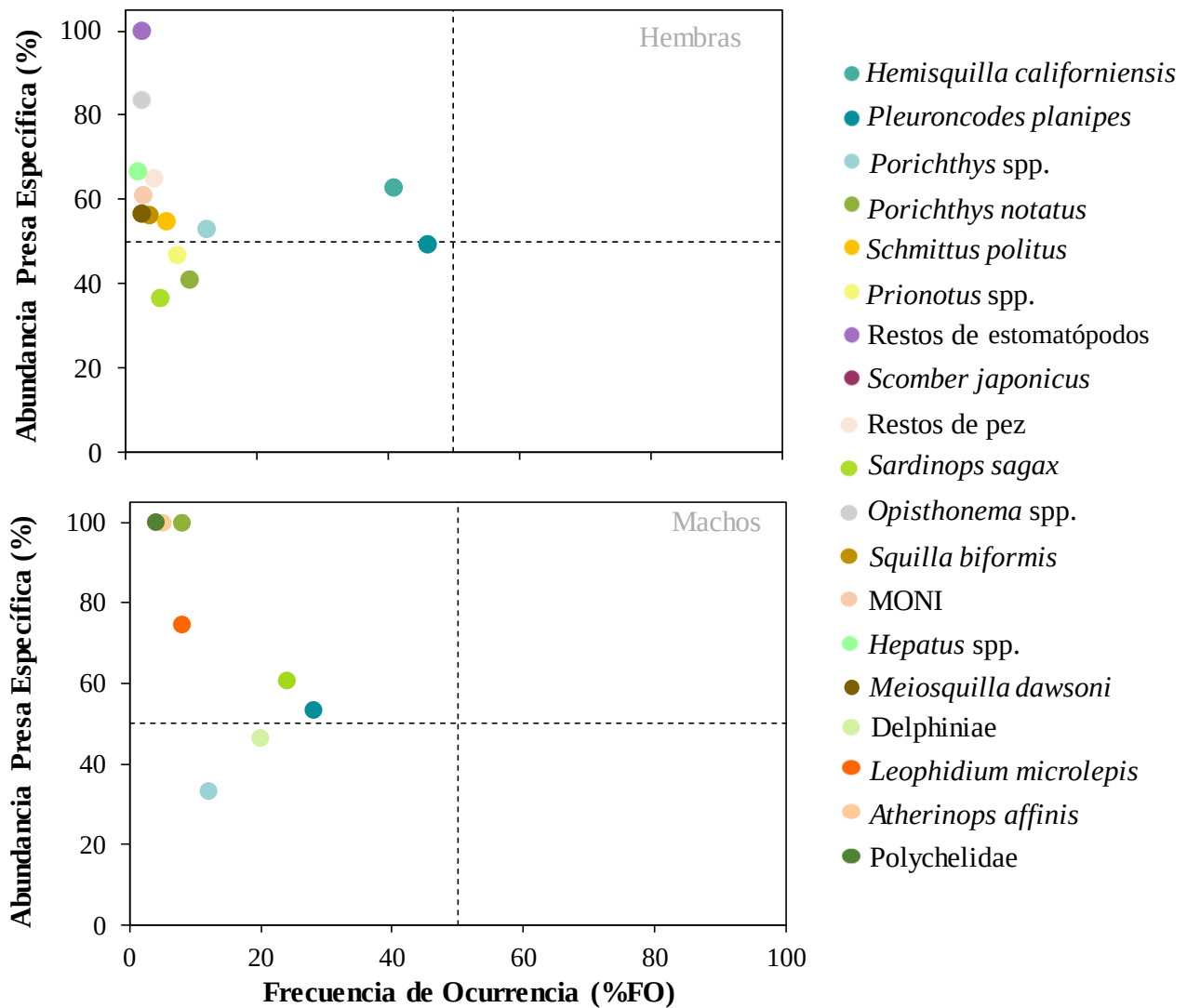
7.4.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho por sexos

El análisis gráfico de la estrategia de alimentación de *M. henlei* por sexos (Figura 13), demuestra que existe una alta contribución entre individuos hacia la amplitud del nicho. Lo anterior se observa por la distribución de las categorías de presas, que tienden hacia la esquina superior izquierda; por lo que diferentes individuos de la especie, se especializan sobre diferentes tipos de presas, indicando cierto grado de especialización, o una estrategia oportunista. Este patrón se ve reflejado tanto en hembras como machos (Figura 13).

La alta frecuencia de ocurrencia tanto de *H. californiensis* como *P. planipes* en la dieta de las hembras, hace que estas resalten como presas importantes, casi llegando a ser dominantes, mientras que en machos, la frecuencia de ocurrencia de todas las presas fue similar, por lo que ninguna se evidencia claramente como presa principal (Figura 13).

El índice de Levin para los machos de *M. henlei* ($B_i = 0.478$) fue casi cuatro veces mayor que el de las hembras ($B_i = 0.101$), sin embargo, los valores obtenidos indican que ambos sexos poseen un nicho trófico estrecho, catalogándolos como depredadores especialistas (Anexo 3).

Figura 13. Estrategia alimentaria de machos y hembras de M. henlei según el gráfico propuesto por Amundsen et al. (1996), representando el 85% de la dieta (%PSIRI)



7.5. Espectro trófico de *Mustelus henlei* por estadios de madurez

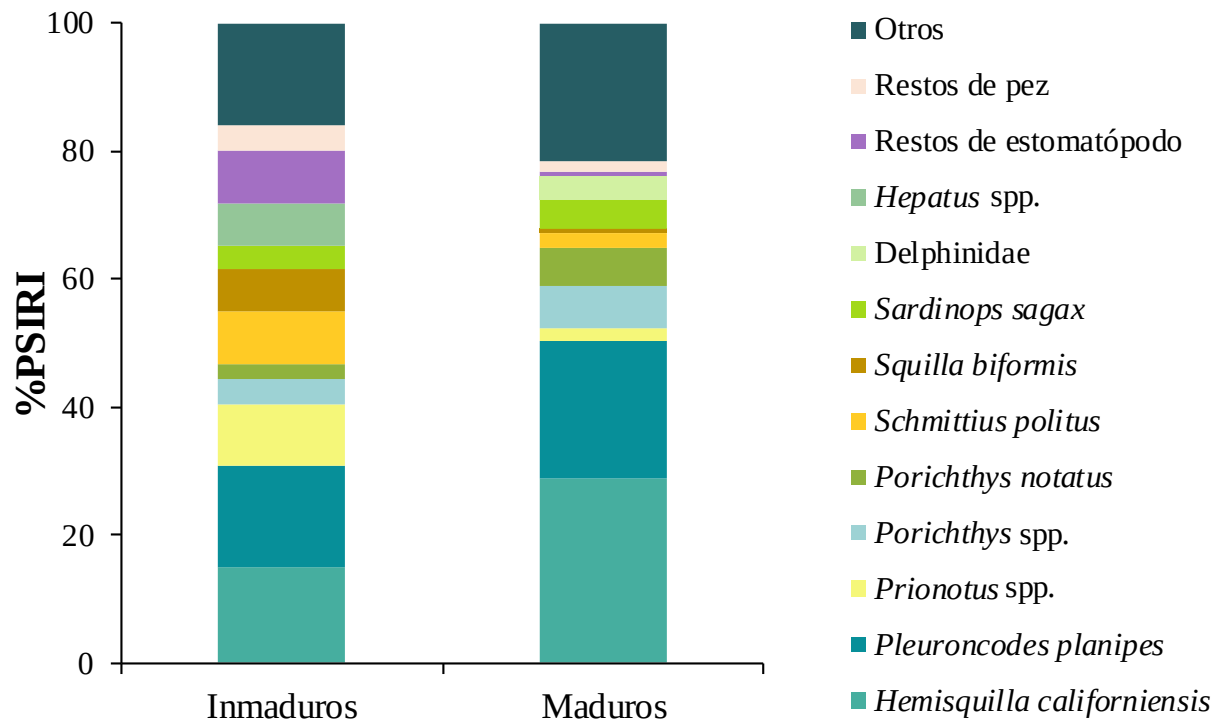
La dieta de organismos maduros de *M. henlei* estuvo compuesta por 38 categorías presa, donde los peces óseos representaron 21 de estas (60%), crustáceos 15 (39.4%), y cefalópodos y mamíferos una cada uno (2.86%). Para este estadio, el %PSIRI, mostró dos presas principales que representaron poco más del 50% de la dieta, estas fueron: *H. californiensis* (28.78%) y *P. planipes* (21.57%); las

cuales fueron seguidas de *Porichthys* spp. (6.62%), *P. notatus* (6.06%) y *S. sagax* (4.57%) en menor proporción (Figura 14)(Anexo 6).

Por su parte, la dieta de organismos inmaduros mostró una menor diversidad de presas, al estar compuesta por un total de 18 categorías presa, de las cuales el 38.8% fueron peces, 55.5% crustáceos y 5.55% MONI. Todas las presas consumidas por organismos inmaduros tuvieron una importancia inferior al 16% de acuerdo al índice de importancia relativa presa específico (%PSIRI). Para organismos en este estadio de madurez, las presas más representativas fueron *P. planipes* (15.77%), *H. californiensis* (15.1%), *Prionotus* spp. (9.58%), *S. politus* (8.45%), restos de estomatópodos (8.33%), *Hepatus* sp. (6.47%), y *S. biformis* (6.1%). Las presas restantes presentaron un %PSIRI inferior a 5% (Figura 14)(Anexo 7).

Los crustáceos fueron el grupo de presas más importante en la dieta *M. henlei* en ambos estadios de madurez; sin embargo, la importancia de estos a la dieta varió, siendo del 79.26% para organismos inmaduros, y 58.75% en organismos maduros. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en el espectro trófico de individuos maduros e inmaduros (PERMANOVA $F=2.0839$; $p=0.044$). La disimilitud se relacionó tanto con la proporción de especies importantes en la dieta, siendo *P. planipes* y *H. californiensis* las de mayor aporte a las diferencias; como con la composición y aporte de presas secundarias, ya que esta varió para cada estadio, resaltando las contribuciones de *Prionotus* spp. *Porichthys* spp., *Schmittius politus* y *P. notatus*, esto según la prueba SIMPER.

Figura 14. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico de las principales presas consumidas por cada estadio de madurez de *M. henlei* en la costa occidental de B.C.S

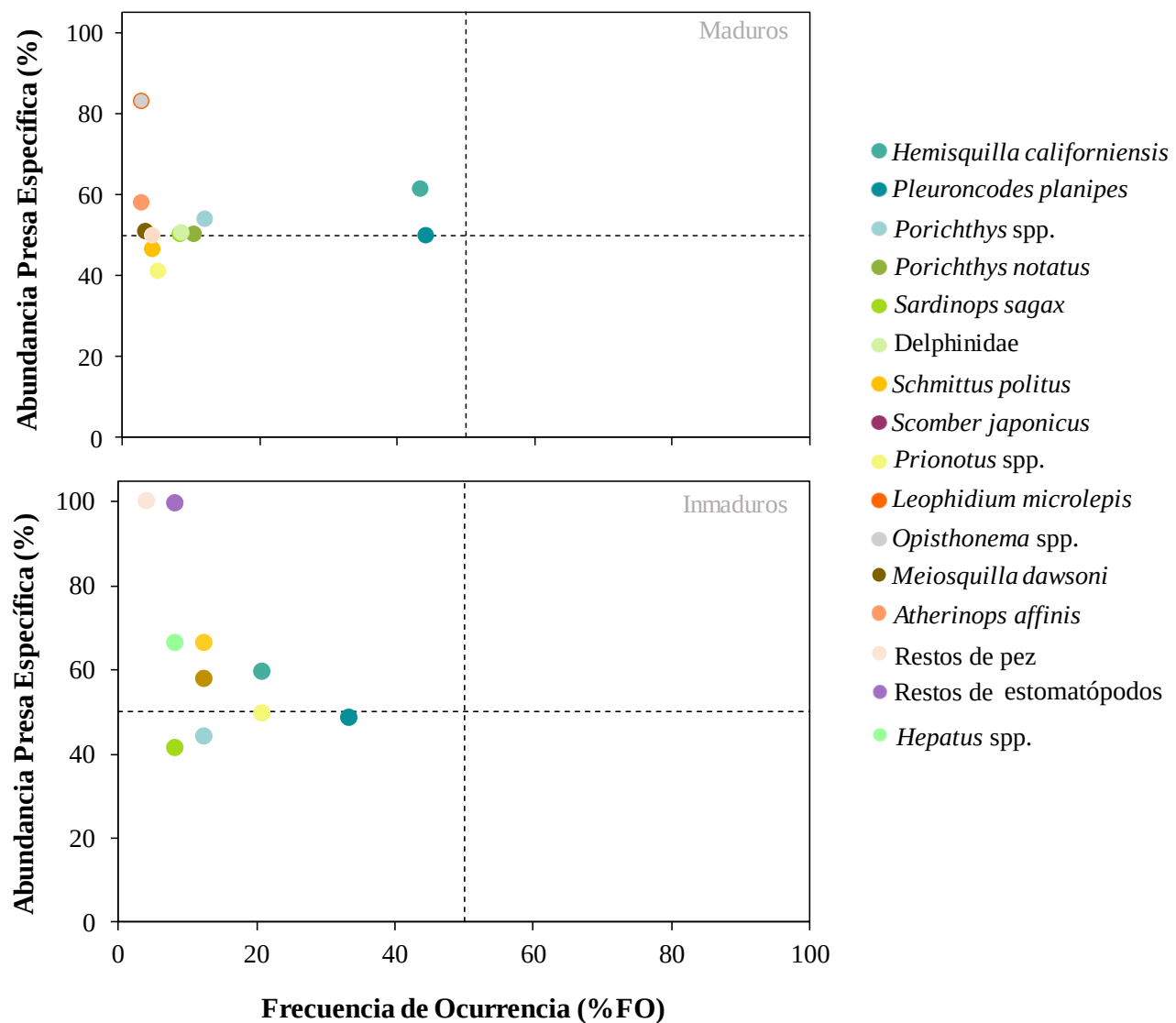


7.5.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho por estadios de madurez

El análisis gráfico del método de Amundsen muestra que, en organismos inmaduros, varios individuos se alimentan de distintos tipos de presas de manera ocasional (baja frecuencia de ocurrencia y alta abundancia presa específica); por lo que se considera hay una alta contribución entre individuos al nicho. Para estos organismos, *P. planipes* podría considerarse como la presa más importante, sin llegar a ser dominante en la dieta. Se puede considerar que existe una especialización de los individuos hacia distintas presas, con una ligera tendencia a ser generalista; esto último, debido a la posición de varias presas (entre ellas *P. planipes*) en la mitad inferior del gráfico (Figura 15). Para organismos inmaduros, el índice de Levin sugiera que, en este estadio, *M. henlei* es un depredador generalista ($B_i=0.600$) (Anexo 3).

En organismos maduros, a pesar de mostrar una alta contribución entre individuos, es posible evidenciar de forma clara una mayor importancia de *H. californiensis* y *P. planipes* a la dieta, por lo que varios individuos los consumen en proporciones altas; sin embargo, estas no llegan a considerarse dominantes. Con el índice de amplitud de dietas (Levin) para organismos maduros, se obtuvo un valor de $B_i=0.188$, indicando una estrategia especialista (Anexo 3).

Figura 15. Estrategia alimentaria de organismos inmaduros y maduros de *Mustelus henlei* según el gráfico propuesto por Amundsen et al. (1996), representando el 85% de la dieta (%PSIRI)



7.6. Espectro trófico de *Mustelus henlei* por año de muestreo

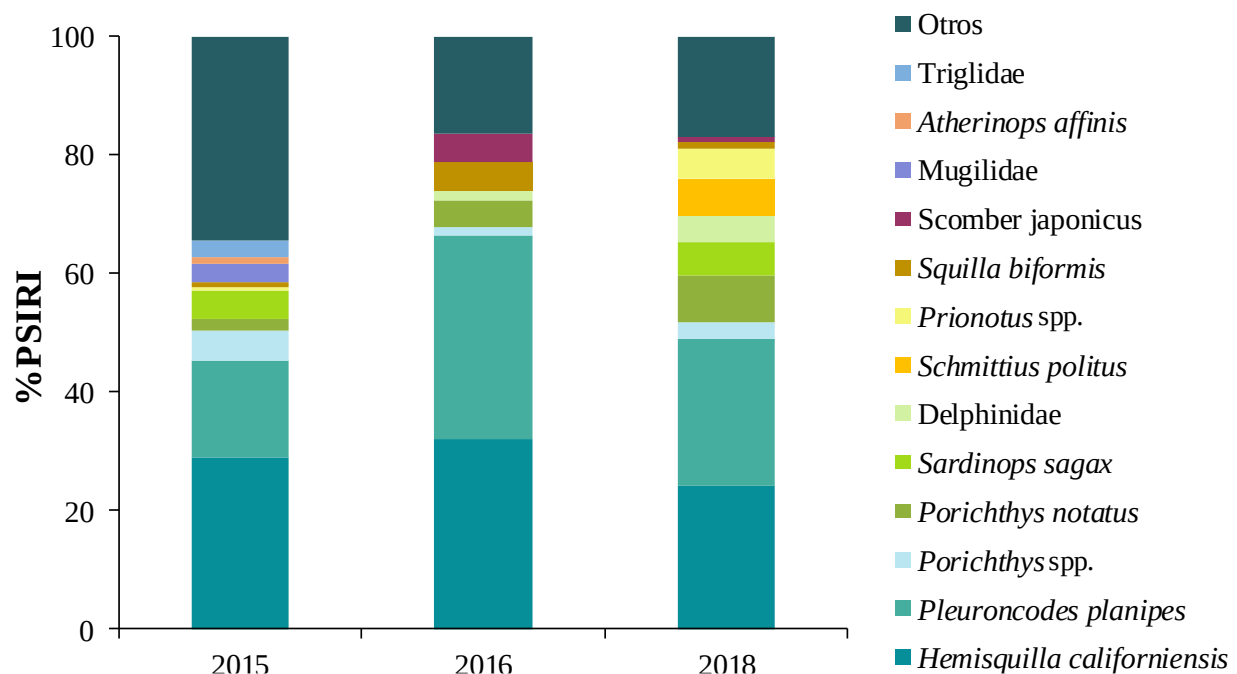
El mayor número de categorías presa se encontró en los estómagos del 2018 (32), seguidos del 2015 (19) y 2016 (14). El estomatópodo *H. californiensis* y la langostilla *P. planipes* fueron las presas principales en los tres años de muestreo de acuerdo al Índice de Importancia Relativa Presa Específico, sin embargo, el aporte de estas a la dieta y por consiguiente el orden de importancia varió. Mientras que para el 2015, *H. californiensis* fue la presa más importante (29.08%), *P. planipes* fue la más representativa para el 2016 y 2018 con 34.52% y 24.94% respectivamente, seguida de *H. californiensis* con 32.06% y 24.11% para estos años. La composición y aporte de presas secundarias fue diferente (Figura 16).

Entre las presas secundarias para el 2015, se encontraron *Porichthys* spp. (5.21%PSIRI), y restos de estomatópodos (5.1%), al igual que otras presas como *Synodus* spp. Triglidae, *Lepophidium microlepis*, y *Squilla biformis*, que presentaron porcentajes inferiores al 4%PSIRI. El 2015 fue el único año en el que se registró a *Atherinops affinis*, Polychelidae y la categoría Materia Orgánica No Identificada (MONI), representando el 1.1%, 2.94% y 10.93%PSIRI respectivamente, en la dieta de *M. henlei* (Figura 16)(Anexo 8).

Para el 2016, resaltan presas secundarias como *Lepophidium microlepis*, *P. notatus*, *Scomber japonicus*, *Squilla biformis* y Clupeidae, cada una con importancia de 4.76%PSIRI; y crustáceos como *Penaeus* spp. (2.47%PSIRI) y Grapsidae (2.3%PSIRI) (Anexo 9). Por su parte, para el 2018, dentro de las presas secundarias se encuentran *P. notatus* (7.83%), *Schmittius politus* (6.22%) y *S. sagax* (6.22%). En este año, la familia Delphinidae representó el 4.46%PSIRI, adquiriendo el valor más alto para esta presa entre los años (Figura 16)(Anexo 10).

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en la dieta de *M. henlei* en los tres años de muestreo (PERMANOVA $F=3.4162$; $p=0.002$). A partir de la prueba SIMPER, se determinó que las presas con mayores porcentajes de contribución a la medida de disimilitud entre temporadas fueron *P. planipes*, *H. californiensis*, *P. notatus*, *Porichthys* spp., Delphinidae, *Prionotus* spp. y Clupeidae.

Figura 16. Índice de Importancia Relativa Presa-Específico de las principales presas consumidas por *Mustelus henlei* en la costa occidental de B.C.S, por cada año de muestreo.



7.6.1. Estrategia de alimentación y amplitud del nicho de *Mustelus henlei* por años de muestreo

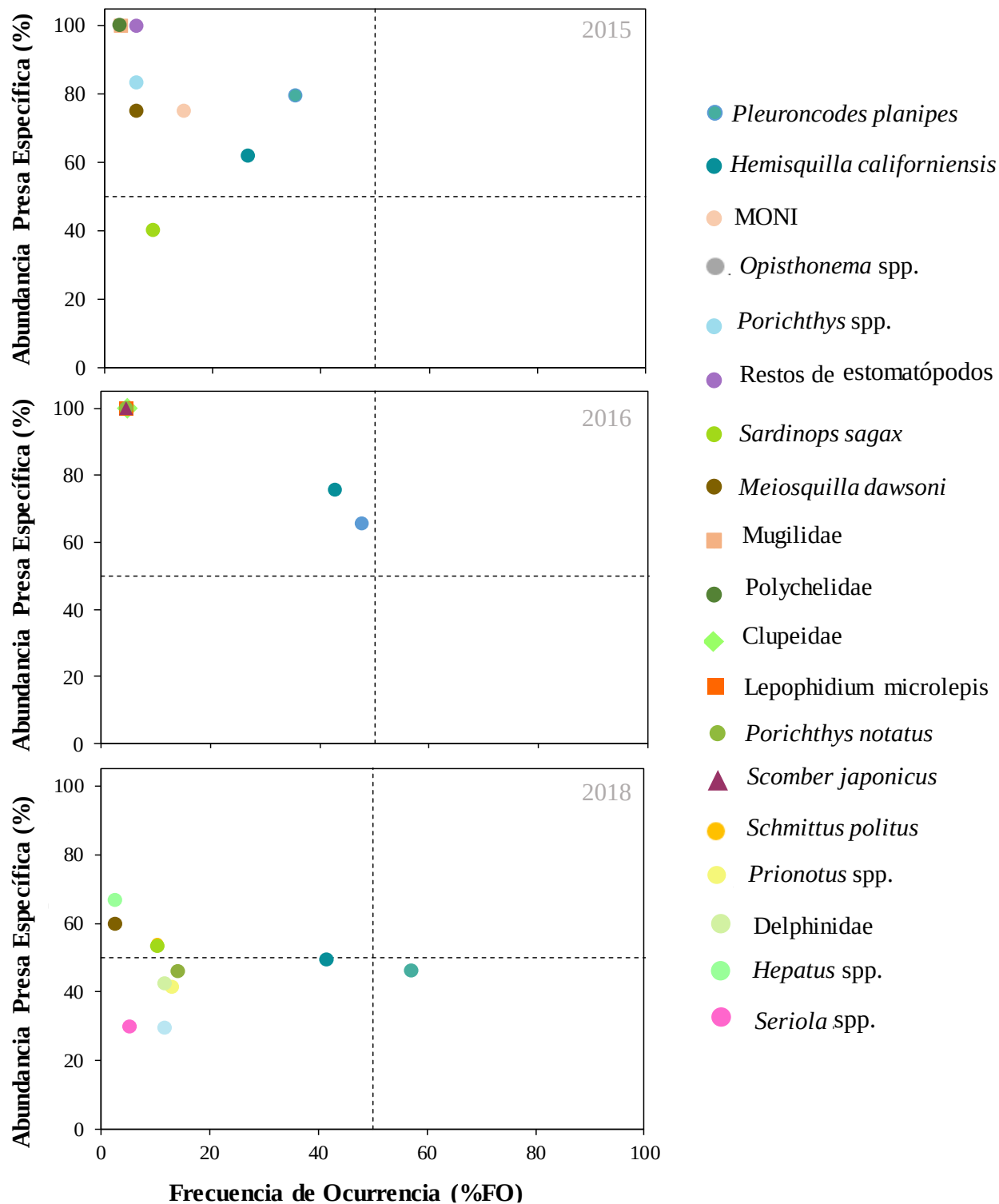
El análisis gráfico de la estrategia de alimentación de Amundsen para el 2015 demuestra que existe una alta especialización entre individuos, por lo que la mayoría de presas tienden hacia la esquina superior izquierda. Además es posible evidenciar a *P. planipes* y *H. californiensis* como presas importantes, debido a su alta frecuencia de ocurrencia, abundancia presa específica y por consecuente,

su tendencia hacia el cuadrante superior derecho del plano (Figura 17), indicando una estrategia de alimentación oportunista, con una posible especialización hacia crustáceos. De acuerdo al índice de amplitud de dieta (Levin), un valor de $B_i=0.302$ (Anexo 3) indica que *M. henlei* tuvo una estrategia de alimentación con tendencia especialista, coincidiendo con la interpretación del gráfico de Amundsen.

Para el 2016, el gráfico de estrategia de alimentación muestra a *P. planipes* y *H. californiensis* como las presas más importantes en la dieta, estando muy cerca a ser dominantes. Presas como *S. japonicus*, Clupeidae, *S. sagax*, y *L. microlepis* con valores de frecuencia de ocurrencia bajos (<10%) y abundancia presa específica alta, indica que los individuos poseen cierto grado de especialización por diferentes tipos de presa; concordando con lo obtenido en el índice de Levin, el cual clasifica a *M. henlei* como un depredador especialista ($B_i=0.287$)(Anexo 3)(Figura 17).

En la interpretación gráfica para el 2018, se puede observar una dominancia por parte de *P. planipes* a la dieta, por su ubicación en el cuadrante inferior derecho. La distribución de puntos en la los cuadrantes inferiores de la gráfica, como resultado de la baja frecuencia de ocurrencia y abundancia presa específica de las presas, sugieren una estrategia de alimentación generalista, donde hay algunas presas que adquieren mayor importancia que otras (Figura 17). Por su parte, el índice de amplitud de dietas (Levin) presentó un valor de $B_i=0.242$ sugiriendo una estrategia especialista, lo cual puede estar explicado por la dominancia de *P. planipes*, indicando que pueden ser organismos especialistas hacia esta especie, pero que aprovechan el recurso disponible en el área (Anexo 3).

Figura 17. Estrategia alimentaria de Mustelus henlei en el 2015, 2016 y 2018, según el gráfico propuesto por Amundsen et al. (1996), representando el 85% de la dieta (%PSIRI)



7.7. Nivel trófico de *Mustelus henlei*

El nivel trófico estimado para la dieta de *M. henlei* se calculó para todas las categorías estudiadas (sexo, estadio de madurez y año de muestreo), indicando valores que oscilaron entre 3.8 y 4.22, para un valor general promedio de 4.11 ± 0.09 (Tabla 4).

Tabla 4. Niveles tróficos de *Mustelus henlei* por categoría estudiada a partir de la posición trófica de sus presas.

Especie	Grupo	NT
<i>Mustelus henlei</i>	General	4.11 ± 0.09
	Machos	4.08 ± 0.23
	Hembras	4.11 ± 0.4
	Maduros	4.01 ± 0.19
	Inmaduros	3.8 ± 0.32
	2015	4.19 ± 0.1
	2016	4.17 ± 0.09
	2018	4.22 ± 0.03

8. Discusión

De los individuos de *M. henlei* analizados, el 82% fueron hembras, de las cuales la mayoría eran adultas. La mayor proporción de estos organismos en las muestras, puede deberse a los patrones de segregación sexual y separación espacial ontogénica que han sido observados para la especie (Branstetter, 1990), ya que gracias a estas, resulta común la dominancia de individuos de un sexo en las capturas (Ramírez-Amaro *et al.*, 2013), particularmente después de la temporada de reproducción donde disminuye el número de machos encontrados (Sims, 2005). La mayor abundancia de hembras maduras en las muestras, concuerda con lo reportado en estudios previos sobre esta especie; donde se registra una mayor proporción de estas entre agosto y septiembre (meses en los cuales se realizaron los muestreos), y un número bajo de organismos machos y juveniles de ambos sexos; estos últimos, son más abundantes en noviembre en la costa occidental de B.C.S (Goñi-Godoy, 2017; Soto-López *et al.*, 2018).

Es importante agregar, que la distribución del género *Mustelus* varía en gran medida según el estadio de madurez, encontrando juveniles en agua menos profundas que los adultos, haciendo a estos últimos, más susceptibles a la pesca (Colautti *et al.*, 2010); sin embargo, se han evidenciado migraciones cortas en juveniles hacia aguas profundas en busca de alimento (Rodríguez-Romero *et al.*, 2013). Otro factor que pudo influenciar en el bajo número de individuos juveniles capturados, es la selectividad de la red de enmalle, puesto que una luz de malla muy grande dejaría pasar a los individuos de menores talla sin problema (Ramírez-Amaro & Galván-Magaña, 2019).

La alta incidencia de estómagos con alimento (93.3%) registrados para *M. henlei*, puede estar directamente relacionada con el arte de pesca empleado. Lo anterior, debido a que el uso de redes agalleras en la captura de elasmobranquios ha demostrado no solo reducir la frecuencia en la que se

presenta la eversión estomacal en estos tiburones (Cortés, 1997); sino también disminuir la probabilidad de encontrar estómagos sin contenido. Esto último debido a que, al no verse atraídos por una carnada, como sucede con los palangres, estas redes no suelen capturar a tiburones con estómagos vacíos (Wetherbee & Cortés, 2004; Espinoza-García, 2012). Adicionalmente, la alta proporción de estómagos llenos encontrados, puede estar relacionada con una evacuación gástrica lenta y con su actividad de forrajeo, la cual es predominantemente nocturna (Campos *et al.*, 2009). Esta baja frecuencia de estómagos vacíos encontrados es consistente con lo reportado en varios estudios para diferentes especies del género *Mustelus*, donde el 9%, 0% y 26.8% de los estómagos no poseían ningún tipo de contenido para *M. henlei*, *M. californicus* y *M. lunulatus* respectivamente (Goñi-Godoy, 2017; Sanchez-Cota 2016; Gómez *et al.*, 2003).

El porcentaje de llenado es un indicador de las horas o posibles franjas horarias de la alimentación de una especie. Por lo que, para este estudio, los estómagos con un grado de repleción en su mayoría de categoría 3 (51-75%), al igual que la presencia de presas en distintos estados de descomposición, podrían llevar a inferir que la alimentación de *M. henlei* es constante, ya que no espera hasta hacer la digestión completa de sus presas antes de volverse a alimentar (Downtown, 2007). No obstante, en estos tiburones que se alimentan de presas de difícil degradación como crustáceos, la presencia de presas con diversos estados de digestión (principalmente 2 y 3) en los estómagos, puede estar relacionado con tiempos largos de evacuación gástrica, que para especies del género *Mustelus* han sido reportados como superior a 95 horas –a una temperatura de 15°C, para garantizar la óptima absorción de nutrientes de sus presas (Wetherbee & Cortés, 2004; Leigh *et al.*, 2017). Por lo anterior, no se podría clasificar a *M. henlei* como un organismo de alimentación constante, sino como uno de alimentación asincrónica e intermitente; esto teniendo en cuenta que las tasas de evacuación gástrica mencionadas anteriormente, puedan ser más rápidas para la zona como resultado de la temperatura del

agua durante las épocas de muestreo (18-26°C) (Sánchez-Cota, 2016). Lo anterior concuerda por lo encontrado para esta misma especie en el Pacífico Colombiano y Punta Lobos B.C.S, donde se reporta una alimentación intermitente (Franco-Moreno, 2008; Espinoza-García, 2012).

De igual forma, en lo que concierne al estado de digestión de las presas, es importante tener en cuenta que los largos periodos de tiempo (≥ 8 horas) que los tiburones pasan en las redes de enmalle desde su captura hasta el desembarque, puede aumentar la descomposición de las presas, ya que los ácidos estomacales siguen degradando el alimento hasta después de que el tiburón haya muerto (Bowen, 1996).

Es importante recalcar que, debido al estado de digestión de las presas, el peso de algunos peces y crustáceos encontrados fue subestimado debido a la falta de retrocálculos a partir de estructuras anatómicas encontradas en los contenidos estomacales, que permitieran hallar el peso húmedo aproximado de estos individuos (Hyslop, 1980; Calle-Morán & Galvan-Magaña, 2020).

8.1. Hábitos alimenticios de *Mustelus henlei*

El espectro trófico de *M. henlei* en la zona de Bahía Tortugas –costa occidental de B.C.S, se constituyó por un total de 41 categorías presa, conformadas principalmente por teleósteos y crustáceos. Este número, fue superior al reportado en otros estudios para la misma zona, como Goñi-Godoy (2017), quien reportó 18 categorías presa, y Rodríguez-Romero *et al.* (2013) quienes reportaron 24. Sin embargo, es ligeramente inferior a lo reportado para Punta Lobos (región sur de la costa occidental), donde se reportaron 43 ítems presa (Espinoza-García, 2012). La presencia de un considerable número de componentes alimenticios en el espectro trófico de *M. henlei*, confirma la alta

disponibilidad de alimento en el medio, pues al ser una zona de elevada producción primaria, permite el desarrollo de diversas especies marinas (Lluch-Belda, 2000).

Al revisar los valores del IIR y el PSIRI, los crustáceos fueron el grupo de mayor importancia en la dieta según los dos índices, pero con proporciones diferentes (89.43%IIR y 61.31%PSIRI). De igual forma, se pudo evidenciar como el IIR le resta importancia a otros grupos de presa, que se ven bien representados con el PSIRI, por ejemplo, peces teleósteos (9.84%IIR y 34.28%PSIRI). Esto se debe a que el Índice de Importancia Relativa Presa Específica demuestra una medida más balanceada de la dieta, al incluir valores individuales de las presas, y no sobreestima la importancia de la frecuencia de ocurrencia, por lo que permite extraer información más veraz sobre los hábitos alimenticios de las especies (Brown *et al.*, 2012).

De acuerdo con el %PSIRI, los crustáceos *H. californiensis* (26.8%PSIRI y 51.8%IIR) y *P. planipes* (20.88%PSIRI y 36%IIR), fueron las presas más importantes en la dieta de *M. henlei*, junto con peces óseos como *Porichthys* spp., *Porichthys notatus* y *Sardinops sagax*. Estos resultados coinciden con otras investigaciones (Rodríguez-Romero *et al.*, 2013; Espinoza *et al.*, 2015) las cuales encontraron que la dieta de este tiburón está dominada por crustáceos y teleósteos y en menor medida cefalópodos.

Los estomatópodos de familias Hemisquillidae y Squillidae, han demostrado ser presas importantes dentro de la alimentación de *M. henlei* en numerosos estudios (Gómez, 2003; Navia *et al.*, 2006; Rodríguez-Romero *et al.*, 2013; Espinoza *et al.*, 2015). Esto puede estar relacionado a los hábitos bentónicos de los estomatópodos, su gran abundancia, diversidad y amplia distribución en el área, haciéndolos organismos que pueden ser fácilmente consumidos por este depredador (Franco-Moreno, 2008). Sánchez-Cota (2006) también reporta a *H. californiensis* como la presa más importante en la

dieta de *M. henlei*, aunque con mucha mayor proporción (89.8%IIR) de lo reportado en el presente estudio. Por su parte, en la misma área de estudio, Goñi-Godoy (2017) reportó a esta especie como la segunda presa más importante en la dieta de hembras (10.18%PSIRI); mientras que Rodríguez-Romero *et al.* (2013), reportaron a los estomatópodos como presas secundarias (0.2%IIR).

Por otra parte, el anomuro *P. planipes* constituye la segunda presa más importante en la dieta de *M. henlei*. Esto se debe principalmente a la gran abundancia y permanencia de esta especie frente a la costa occidental de Baja California Sur (Robinson & Gómez-Gutiérrez, 1998). En los periodos más cálidos del año, la langostilla se interna en el talud donde se generan agregaciones o parches, incrementando consecuentemente la biomasa disponible; estrategia que hace que estas puedan ser aprovechadas en mayor medida por depredadores como *M. henlei*; tal como ha sido demostrado para especies como *Carcharhinus falciformis* (Aurioles-Gamboa & Balart, 1996). Adicionalmente, la presencia de carbonato de calcio y fosfato de calcio en el exoesqueleto, hacen que el aporte calórico de *P. planipes* sea muy poco (0.94kcal/g), por lo que el depredador requiere ingerir una mayor biomasa para satisfacer sus necesidades energéticas (Paine, 1964; Abitia-Cárdenas *et al.*, 1997). La langostilla es ampliamente considerada como un intermediario principal en el flujo energético entre productores primarios y depredadores terminales (Balart, 1996), por lo que es común encontrarla en depredadores secundarios y terciarios.

El análisis de contenido estomacal mostró dos hábitats de alimentación para *M. henlei*, al consumir presas de naturaleza pelágica como *S. sagax* y *S. japonicus*, y bentónicas como diversos crustáceos, y peces como *Porichthys* spp., y *Prionotus* spp. Lo anterior, va concorde con los registros de migraciones horizontales y verticales en la columna de agua, con fines de alimentación que se tienen para esta especie (Campos *et al.*, 2009), permitiéndole alimentarse de diversos gremios tróficos y

explicando así, la presencia de presas con gran variedad de hábitos en su dieta. Esta estrategia ha sido reportada para otras especies de tiburón como *Rhizoprionodon longurio* y *Mustelus mustelus*, y se describe como un gran carácter adaptativo que influye en la alta resiliencia de este depredador a perturbaciones o cambios en el medio (Saidi *et al.*, 2009; Furlong-Estrada *et al.*, 2015; Acosta, 2021). Estos resultados coinciden además con los de la literatura (Gómez, 2003; Franco-Moreno, 2008; Espinoza *et al.*, 2012), donde se describe la alimentación de *M. henlei* como compuesta por crustáceos y peces demersales, y un gran número de organismos pelágicos como teleósteos.

M. henlei posee dientes pavimentados con cúspides altas y dentículos accesorios que les permiten atrapar y retener peces de forma eficiente (Compagno *et al.*, 2005; Sánchez-Cota, 2016). Razón por la cual, los teleósteos exhiben una mayor importancia en la dieta de *M. henlei* a comparación de otras especies del género como *M. lunulatus* y *M. californicus*, cuyos dientes en placa limitan su habilidad para atrapar este tipo de presas (Espinoza *et al.*, 2015; Amariles *et al.*, 2017). En este estudio, los peces teleósteos representaron 21 de las categorías de presa encontradas, y un obtuvieron un 34.08%PSIRI. El alto consumo de peces, puede estar relacionado al aporte calórico de estos organismos, ya que al almacenar gran cantidad de lípidos, su contenido energético es mayor que el de otros grupos como los crustáceos (Filippo Taborda, 2018).

No se encontró una alta importancia de cefalópodos (0.14%PSIRI; 0.01%IIR) en la dieta de *M. henlei* a diferencia de lo reportado por Espinoza-García (2012) para la zona de Punta Lobos, y Franco-Moreno (2008) en el Pacífico colombiano, donde *Lollinguncula diomedae* fue la especie más representativa dentro de la dieta de este tiburón con 57.3% y 49.27%IIR respectivamente. Sin embargo, otros estudios como Rodríguez-Romero *et al.* (2013) reportan a los cefalópodos con una importancia inferior al 1%IIR. Esto puede deberse a: 1) la preferencia por el consumo de crustáceos debido a una

mayor oferta de este recurso en la zona (Bash & Engle, 1993), considerando un mayor aprovechamiento a estos por su alta disponibilidad; y 2) la distribución y disponibilidad de los cefalópodos en el medio donde se capturan los organismos, pues por lo general, *Octopus* spp. –el único cefalópodo registrado en este estudio, se encuentra en profundidades entre 0-50 m (Gotshall, 2005).

En la presente investigación, se encontraron algunas presas que no habían sido reportadas previamente en estudios de alimentación de *M. henlei* como *Glebocarciuns amphioetus*, Cymothoidae y Polychelidae. Es posible que estas presas, al igual que otras con valores PSIRI% bajos (<1%) sean presas incidentales o no representen un alimento habitual en la dieta. De igual forma, es la primera vez que se registra piel de delfín (Delphinidae) en estómagos de *M. henlei*; debido a que no había ningún tipo de músculo en los estómagos donde esta fue encontrada, se podría sugerir un comportamiento tipo carroñero para la especie cuando existe la disponibilidad de un recurso, ya que al morir, la piel de los delfines se desprende con facilidad de sus cuerpos, haciendo de esta un recurso disponible en el medio.

Se encontró un valor bajo del índice de Levin, clasificando a *M. henlei* como un depredador especialista, coincidiendo con lo encontrado por múltiples autores (Franco-Moreno, 2008; Sánchez-Cota, 2016; Goñi-Godoy, 2017). Sin embargo, la clasificación de especialista puede ser consecuencia de la alta disponibilidad de *H. californiensis* y *P. planipes* en el área de muestreo, ya que, gracias a esto, un gran número de individuos se alimentaron de estas en proporciones altas (Acosta-Alonso, 2021). Por lo que se podría establecer que *M. henlei* es un depredador más oportunista selectivo, razón por la cual también la composición de su dieta varía ampliamente según su distribución, pues aprovecha el recurso con mayor disponibilidad en el medio (Espinoza-García, 2012); este criterio de clasificación de una especie como oportunista, y no selectivo, fue empleado también por Conde-

Moreno (2009) que atribuyó el bajo valor del índice de Levin obtenido para *R. longurio*, al consumo de presas con mayor abundancia en la zona.

8.2. Hábitos alimenticios de *Mustelus henlei* por sexos

En el presente estudio se encontraron diferencias significativas entre la dieta de machos y hembras de *M. henlei*, sin embargo, ya que estas diferencias radican principalmente en las proporciones de las presas y composición de presas secundarias, podrían no ser el resultado de una segregación sexual en su alimentación (Sánchez-Cota, 2016), sino de un mayor uso del hábitat por parte de las hembras como ha sido reportado por diversos autores para esta especie en el Golfo de Ulloa, y el Pacífico de Costa Rica (Rodríguez-Romero *et al.*, 2013; Espinoza *et al.*, 2015; Pantoja-Echeverría *et al.*, 2020), sugiriendo que estas diferencias pueden ser el resultado de estrategias para reducir la competencia por el recurso. La mayor exploración del hábitat por parte de las hembras puede estar relacionado a su mayor tamaño (Soto-López *et al.*, 2018). Sin embargo, es importante denotar, que a diferencia de la presente investigación, estos estudios han reportado un traslape trófico entre machos y hembras. Sin embargo, es importante denotar, que la mayor importancia de teleósteos en la dieta de los machos puede indicar que organismos de este sexo exploran en mayor medida la columna de agua.

De acuerdo al Índice de Levin, las hembras son un poco más selectivas sobre las presas ($B_i=0.101$) con respecto a los machos ($B_i=0.478$), demostrando que aunque estas hacen uso de una mayor cantidad de recursos, tienden a consumir una mayor cantidad de la presa *P. planipes*, a diferencia de machos, ya que en su dieta, otras presas como *S. sagax* y *P. notatus* también son importantes, por lo que no se evidencia de forma clara una presa dominante en estos. El análisis en conjunto del índice de Levin y el gráfico de Amundsen muestra que para ambos sexos, la estrategia es más oportunista que especialista, pero se evidencia una selectividad hacia ciertas presas. En el Pacífico

Colombiano, aunque se encontró que la dieta estaba dominada por cefalópodos, las hembras mostraron ser más selectivas sobre las presas ($B_i=0.16$) que los machos ($B_i=0.28$) (Franco-Moreno, 2009); similar a lo reportado en este estudio. Goñi-Godoy (2017) reportó para Bahía Tortugas que las hembras son depredadores selectivos con un comportamiento especialista, y que consume las presas que son más abundantes en el área, como crustáceos y peces.

Aunque las hembras presentaron una mayor cantidad de componentes alimentarios (39) que los machos (19), esto puede estar relacionado con el número de estómagos que se analizaron para ambos sexos, debido a que aunque las curvas de diversidad acumulada establecieron que las muestras eran significativas para describir ambas dietas, la proporción de presas secundarias en la dieta de los machos pudo ser inferior como consecuencia del reducido número de estómagos que se tenían, a comparación de los de hembras.

8.3. Hábitos alimenticios de *Mustelus henlei* por estadios de madurez

M. henlei presentó diferencias en la dieta de organismos maduros e inmaduros, concordando con lo reportado para la especie en la costa pacífica de Costa Rica (Espinoza *et al.*, 2012) y el Pacífico Colombiano (Franco-Moreno, 2008). Presentar cambios en la dieta a medida que los individuos aumentan su talla o madurez sexual, es una estrategia ampliamente reportada en elasmobranquios con fines de reducir la competencia intraespecífica (Papastamatiou *et al.*, 2006).

Estos cambios en la dieta pueden ocurrir por diversos factores, como: a) elasmobranquios de mayor tamaño, pueden alimentarse de presas más grandes. b) Los elasmobranquios presentan una segregación de tallas, por lo que organismos inmaduros y maduros ocupan áreas distintas, reduciendo el traslapo de su alimentación; y c) conforme un tiburón aumenta su tamaño, se tornan en depredadores

más eficientes para capturar presas debido a su alta movilidad; haciendo que puedan explorar distintas estrategias de forrajeo, y alimentarse de presas de mayor aporte energético (Lowe *et al.*, 1996; Woo *et al.*, 2008).

El tamaño de la presa puede ser un factor importante relacionado con las diferencias en la alimentación de organismos maduros e inmaduros (Cabrera-Chávez-Costa, 2003), ya que organismos grandes, no suelen alimentarse en gran proporción de presas pequeñas ya que necesitarían un gran número de estas para satisfacer sus requerimientos metabólicos; y a los organismos pequeños se les dificulta, e incluso imposibilita ingerir presas como estomatópodos de gran tamaño (New, 2002; Franco-Moreno, 2008).

Con 18 ítems presa, la diversidad de presas en juveniles de *M. henlei* fue menor que en individuos maduros (38 ítems). Esto contrasta con lo encontrado por Espinoza *et al.* (2012), donde la diversidad de presas de *M. henlei* disminuyó en los individuos maduros como señal de especialización en la dieta; pero va de la mano con lo encontrado por Goñi-Godoy (2017) para la misma zona de muestreo. La menor diversidad de presas en organismos juveniles encontrada en este estudio, puede deberse a que organismos maduros por lo general se alimentan de una mayor diversidad de presas como resultado de sus características morfológicas y fisiológicas que les permite realizar una mayor exploración del medio en busca de alimento (Goñi-Godoy, 2017). Además, se debe tener en cuenta que se ha demostrado que la especie posee una segregación espacial por estadios de madurez, que puede resultar en una reducción del nicho trófico para evitar competencia entre individuos de la misma especie (Carlisle *et al.*, 2015), ya que para *M. henlei*, la disponibilidad de presas ha demostrado tener un mayor impacto en la selectividad de estas que su tamaño, por lo que organismos distribuidos en zonas diferentes, con distinta abundancia y diversidad de presas, mostrarían diferencias en su dieta

(Espinoza *et al.*, 2012). Sin embargo, la proporción de presas secundarias en la dieta de los juveniles pudo ser inferior como consecuencia del reducido número de estómagos que se tenían, a comparación de organismos maduros, a pesar de que las curvas de diversidad acumulada indican que las muestras fueron representativas.

Los peces teleósteos de hábitos pelágicos, fueron un componente de mayor importancia en la dieta de organismos maduros que en la de inmaduros, cuya dieta se compuso principalmente por crustáceos y peces que habitan cerca del bentos; indicando que a medida que aumentan su talla, se convierten en depredadores más eficientes en la columna de agua, permitiéndoles atrapar presas epibentónicas con mayor facilidad (Espinoza *et al.*, 2012; Espinoza *et al.*, 2015). Adicionalmente, se ha registrado que a medida que los organismos maduran, estos realizan migraciones verticales con mayor facilidad (Campos *et al.*, 2009). Concorde a esto, la mayor cantidad de crustáceos en la dieta de organismos juveniles, y la presencia de peces de hábitos demersales como *Porichthys* spp. y *Prionotus* spp., puede deberse a la dificultad de los organismos inmaduros para capturar presas que se encuentren en la columna de agua, debido a que para estas necesitan realizar un mayor fuerza y requieren de más destreza, por lo que su hábitat de alimentación toma lugar más que todo en el bentos (Polo-Silva, 2008). El análisis de la dieta mostró que adultos y juveniles compartieron las mismas presas principales (*H. californiensis* y *P. planipes*) pero en diferentes proporciones y la mayor variación se evidenció en la composición de las presas secundarias para cada estadio de madurez.

El índice de Levin clasifica a los organismos maduros como especialistas, sin embargo, tras el análisis de este valor conjunto al método gráfico de Amundsen, se puede establecer que la conducta es más oportunista, y que organismos consumidos con gran frecuencia, pudieron haber influido en el bajo valor del índice. Por su parte, organismos inmaduros mostraron una estrategia con tendencia

generalista ($Bi=0.600$), concordando con lo reportado para varias especies de elasmobranquios (Espinoza *et al.*, 2015). La inclinación hacia una dieta más generalista por parte de los juveniles, se podría relacionar a la supervivencia individual, ya que, al poseer una dieta más amplia, pueden evitar competir con otros organismos (Carlisle *et al.*, 2015).

8.4. Hábitos alimenticios de *Mustelus henlei* por años de muestreo

Se observaron diferencias en la dieta de *M. henlei* entre el 2015, 2016 y 2018, puesto que, aunque las presas más importantes fueron las mismas para los tres años (*P. planipes* y *H. californiensis*), el porcentaje de contribución de estas, y la diversidad de presas secundarias varió notablemente. Estas diferencias pueden estar relacionadas a las variaciones en las condiciones ambientales presentadas durante estos años, pues estas tienen un efecto directo en la disponibilidad y diversidad de alimento en la zona (Kim *et al.*, 2012).

Entre el 2013 y 2016, el océano Pacífico experimentó patrones climáticos atípicos asociados principalmente a anomalías de calentamiento como la “La Mancha” o WWA (Warm-Water Anomaly) y el evento ENSO (El Niño- Oscilación Sur) (Amador-Capitanachi *et al.*, 2020). Esta anomalía se presentó en la Península de Baja California en el 2015, generando aumentos de hasta 4°C en la temperatura superficial de mar (Durazo *et al.*, 2017) (Anexo 11), lo cual generó afectaciones en los procesos oceanográficos, incluyendo declives en la productividad primaria, y cambios en la abundancia, composición, diversidad y distribución de muchas especies marinas (Cavole *et al.*, 2006; Amador-Capitanachi *et al.*, 2020).

Durante el 2015 y 2016, especies de aguas calientes aumentaron su distribución y abundancia, por lo que se reportó una cantidad inusualmente elevada de especies bentónicas como *P. planipes*, en

las capturas pesqueras del 2015 (Leising *et al.*, 2015); y para el 2016, esta especie se reportó como la más abundante a lo largo de la Corriente de California (Sakuma *et al.*, 2016) lo cual podría explicar su alta importancia en la dieta del 2015 y 2016. La presencia y gran abundancia de especies menos nutritivas, como la langostilla y otros crustáceos en los niveles tróficos más bajos de las redes alimenticias, afectó en gran medida las dietas de consumidores secundarios y terciarios (Amador-Capitanichi *et al.*, 2020). Para el 2016, también se reportó un aumento en la abundancia de especies pelágicas como *S. japonicus* (Ortega-García *et al.*, 2017).

Entre los efectos de “La Mancha”, se observó también la reducción en abundancia de especies como *Sardinops* spp., *Atherinops* spp. y Synodontidae (Amador-Capitanachi *et al.*, 2020; Sakuma *et al.*, 2016), como se puede observar en los resultados obtenidos en este estudio, pues presas de estos géneros no se reportaron para el 2016, y su aporte a la dieta del 2015 fue inferior al 2%. De igual forma, estas anomalías pueden ser la causa de la menor diversidad de presas observada para el 2015 y 2016, a comparación del 2018; sin embargo, se debe tener en cuenta la diferencia en la cantidad de muestras que se tenían para cada año. Variaciones en la dieta como resultado de estas anomalías climáticas has sido sugeridas para especies como *M. lunulatus* (Martínez-Ayala, 2018). A pesar de que, en el 2018, las aguas de la costa occidental de Baja California Sur ya no estaban bajo el efecto de anomalías fisicoquímicas, y las poblaciones de la zona vuelven a la normalidad, *P. planipes* sigue siendo una presa dominante en su dieta. Las variaciones en la alimentación de *M. henlei* a través de los años, y la adaptación de su dieta a los recursos disponibles en el medio, podría indicar cierto nivel de plasticidad en sus hábitos de alimentación

El gráfico de Amundsen señala a *M. henlei* como una especie con hábitos oportunistas para el 2015 y 2016; mientras que para el 2018, sugiere una estrategia generalista. Sin embargo, el índice de

Levin muestra una amplitud de carácter especialista para todos los años. Esta clasificación como especialista puede ser consecuencia de la alta disponibilidad de *P. planipes* y *H. californiensis* en el hábitat trófico de *M. henlei* (Osuna-Peralta *et al.*, 2014). Ya que este depredador se alimenta de una gran diversidad de presas, y consume en mayor proporción el recurso con más disponibilidad en el medio, puede ser considerada como oportunista. Estudios similares para esta especie, como Franco-Moreno (2008) ($Bi=0.15$), Rodríguez-Romero *et al.* (2013) ($Bi=0.3$) y Goñi-Godoy (2017) ($Bi=0.03$), clasifican a *M. henlei* como un depredador especialista selectivo, que se alimenta de las presas más abundantes en el medio, como crustáceos y peces, concordando con lo encontrado en este estudio.

8.5. Nivel trófico

El nivel trófico general para *M. henlei* fue estimado en 4.11 ± 0.09 , con una alimentación a base de crustáceos y peces teleósteos, clasificándolo como un depredador terciario (mesodepredador). A pesar de haber encontrado variaciones en las dietas de los grupos a comparar, el nivel trófico de estas categorías fue muy similar. Siendo el valor más bajo, el reportado para organismos inmaduros ($NT=3.8$), lo cual puede estar relacionado a que su dieta estuvo compuesta en mayor medida de crustáceos.

El valor encontrado en este estudio está dentro de lo reportado por Cortés (1999), quién indica que *M. henlei* posee el nivel trófico más alto dentro de la familia Triakidae (Nivel trófico promedio = 3.9), con un valor de 4.2; esto rectifica la posición trófica reportada para *M. henlei* en este estudio, siendo un carnívoro bento-pelágico que realiza cierto nivel de selección sobre las presas disponibles en el medio.

Sánchez-Cota (2016), obtuvo un nivel trófico estandarizado de 3.58 para *M. henlei*, clasificándolos como carnívoros secundarios en la zona de Bahía Tortugas, Baja California Sur. Esta diferencia puede estar relacionada a que su dieta estuvo compuesta en un 93% por crustáceos, y la representatividad de presas como teleósteos y moluscos fue mínima, sugiriendo que se comportaron como depredadores secundarios. De igual forma, este estudio solo empleó valores tróficos estandarizados para grades grupos, lo cual tiende a subestimar el nivel trófico de los organismos puesto que un único valor no puede representar a todas las especies, por lo que la diferencia en el valor obtenido puede también ser atribuido a este factor.

9. Conclusiones

La dieta de *Mustelus henlei* se compone principalmente de crustáceos y peces óseos. Siendo los crustáceos, las presas más frecuentes, de mayor biomasa y abundancia. Cefalópodos y mamíferos se considera presas incidentales.

En la costa occidental de Baja California Sur, este tiburón se cataloga como oportunista con tendencia ser selectivo sobre el consumo de crustáceos –por la alta abundancia de estos en el medio.

El estomatópodo *Hemisquilla californiensis* y la lagostilla *Pleuroncodes planipes* fueron las presas más importantes en la dieta de *M. henlei*, seguidas de peces como *Porichthys* spp., *Porichthys notatus* y *Sardinops sagax*.

La presencia de un gran número de presas tanto pelágicas como demersales, sugiere que *M. henlei* tiene dos hábitats de alimentación, estrategia que se hace posible por sus migraciones verticales y lo hace un importante depredador bento-pelágico.

El elevado número de estómagos con contenido encontrados se debe a la combinación del método de pesca, la difícil digestión de la mayoría de sus presas (crustáceos) y la lenta tasa de digestión de esta especie.

Se encontraron diferencias en la dieta de machos y hembras debido a las diferencias en el aporte e importancia de las presas presentes en estos, por lo no se sugiere una segregación sexual, sino un mayor uso y exploración del medio por parte de las hembras, quienes tuvieron una mayor diversidad de presas.

Se evidenció que *Mustelus henlei* en la zona de Bahía Tortugas presenta cambios ontogénicos en su dieta, alimentándose de una mayor cantidad de presas de mayor nivel trófico y aporte energético (teleósteos y cefalópodos) conforme este madura, de igual forma, la proporción de presas pelágicas como *S. sagax* es menor en individuos inmaduros.

Organismos maduros mostraron una estrategia de alimentación oportunista selectiva, mientras que los juveniles tienden a ser generalistas.

Se presentaron diferencias en la dieta *M. henlei* entre el 2015, 2016 y 2018, relacionadas principalmente a la disponibilidad de presas en el medio como resultado de anomalías climáticas que se presentaron en la zona como “La Mancha” y eventos ENSO, durante algunos años.

El nivel trófico medio estimado para *M. henlei* en la costa occidental de Baja California Sur, fue de 4.11, posicionándolo como un depredador terciario

10. Bibliografía

- Abitia, C.L.A, Galván-Magaña, F. & Rodríguez, J. (1997). Food habits and energy values of prey of striped marlin, *Tetrapturus audax*, off the coast of Mexico. *Fishery Bulletin* 95:360-368.
- Aguilera, O, & Schwarzhans, W. (2016). Otoliths of the Ophidiiformes from the Neogene of tropical America. In *Palaeo Ichthyologica*.
- Amador-Capitanachi, M. J., Moreno-Sánchez, X. G., Ventura-Domínguez, P. D., Juárez-Ruiz, A., González-Rodríguez, E., Gálvez, C., ... Elorriaga-Verplancken, F. R. (2020). Ecological implications of unprecedented warm water anomalies on interannual prey preferences and foraging areas of Guadalupe fur seals. *Marine Mammal Science*.
- Amariles, D. F., Navia, A. F., & Giraldo, A. (2017). Food resource partitioning of the *Mustelus lunulatus* and *Mustelus henlei* (Elasmobranchii: Carcharhiniformes). *Environmental Biology of Fishes*, 100(6), 717–732.
- Amundsen, P.A, Gabler, H.A, & Staldvik, F.J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. In *Journal of Fish Biology* (Vol. 48, pp. 607–614). Norwegian College of Fishery Science.
- Balart, E. (1996). Recurso langostilla. Casas-Valdéz, M., & Ponce-Díaz, G. *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. (pp. 167-180). SEMARNAP. Gob. Del Estado de Baja California Sur, FAO, UABCS, CIBNOR, CICIMAR.
- Blanco-Parra, M., Niño-Torres, C.A., Ramírez-González, A. & Sosa-Cordero, E. (2016). Tendencia histórica de la pesquería de elasmobranquios en el estado de Quintana Roo, México. *Ciencia Pesquera*, 24, 125–137.
- Baremore, I., & Bethea, D. M. (2010). *A guide to otholiths from fishes of the Gulf of Mexico* (pp. 1–108). U.S. Department of Commerce.

- Barrea-García, A. (2008). *Descripción osteológica para la identificación de peces de la familia carangidae del pacífico mexicano* (p. 154). Instituto Politécnico Nacional.
- Bizarro, J. J., Carlisle, A. B., Smith, W. D., & Cortés, E. (2017). Diet composition and trophic ecology of Northeast Pacific Ocean sharks. In *Advances in Marine Biology* (pp. 111–148). Academic Press.
- Bizarro, J. J., Smith, W. D., J. Fernando Márquez-Farías, & Hueter, R. E. (2007). Artisanal fisheries and reproductive biology of the golden cownose ray, *Rhinoptera steindachneri* Evermann and Jenkins, 1891, in the northern Mexican Pacific. *Fisheries Research*, 84(2), 137–146.
- Bizarro, J.J, Carlise, A.B, Smith, W.D, & Cortés, E. (2017). Diet composition and trophic ecology of northeast Pacific Ocean sharks. *Advances in marine biology. Advances in Marine Biology*, 77, 111–148.
- Bonfil, R. (1997). Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fisheries Research*, 29(1), 101–117.
- Bowen, S. H. (1996). Quantitative descriptions of the diet. In *Fisheries Techniques* (pp. 513–532). Bethesda, MD: American Fisheries Society.
- Brown, S. C., Bizarro, J. J., Cailliet, G. M., & Ebert, D. A. (2012). 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.
- Branstetter, S. (1990). Early life-history implications of selected Carcharhinoid and Lamnoid Sharks of the Northwest Atlantic. Pratt, H., Gruber, S., & Taniuchi, T (Ed.) *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries* (17-29). U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service

- Bussing-Burhaus, W. A. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. (Vol. 1, pp. 30–665; W Fischer, F Krupp, S. C, K.E Carpenter, & N. V.H, Eds.). Editorial ROMA.
- Cabrera-Chávez-Costa, A.A. (2003). Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1893) en la costa occidental de B.C.S. (Tesis de Maestría). CICIMAR-IPN. 95 pp.
- Cabrera-Chávez, A. A., Galvan-Magaña, F., & Escobar-Sánchez, O. (2010). Food habits of the silky shark *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) off the western coast of Baja California Sur, Mexico. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(4), 499–503.
- Calle-Morán, M. D., & Galván-Magaña, F. (2020). Diet composition and feeding habits of the pelagic thresher shark (*Alopias pelagicus*) in Eastern Central Pacific Ocean, Ecuadorian waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 100(5), 1-9.
- Campos, B. R., Fish, M. A., Gardner Jones, 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.
- Carlisle, A.B., Litvin, S.Y., Madigan, D.J., Lyons, K., Bigman, J.S., Ibarra, M., Bizzarro, J.J. (2017). Interactive effects of urea and lipid content confound stable isotope analysis in elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciencies*, 74(3), 419-428.
- Cartamil, D., Santana-Morales, O., Escobedo-Olvera, M., Dovi Kacev, Castillo-Geniz, L., Graham, J. B., ... Sosa-Nishizaki, O. (2013). The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California, Mexico. *Fisheries Research*, 108(2-3), 393–403.
- Castro, J. (1983). *The sharks of north American waters*. College Station: Texas A&M University Press.

- Cavole, L., Demko, A., Diner, R., Giddings, A., Koester, I., Pagniello, C., ... Franks, P. (2016). Biological impacts of the 2013–2015 warm-water anomaly in the northeast pacific: Winners, losers, and the future. *Oceanography*, 29(2).
- Chapman, M.G & Underwood, A.J (1999). Ecological patterns in multivariate assemblages: Information and interpretation of negative values in ANOSIM tests. *Marine Ecology Progress Series*, 180, 257–265
- Clarke, R. M. (1986). *A Handbook for the identification of Cephalopod beaks*. Marine Biological Association of the United Kingdom Plymouth. pp. 249
- Clothier, C. (1950). A key to some Southern California fishes based on vertebral characters. *Bulletin of Fish Journal*, 79(1), 1–83.
- Colautti, D., Baigun, C., Andrea Lopez Cazorla, Facundo Llompart, Molina, J. M., Suquele, P., & Sebastián Calvo. (2010). Population biology and fishery characteristics of the smooth-hound *Mustelus schmitti* in Anegada Bay, Argentina. *Fisheries Research*, 106(3), 351–357.
- Compagno, L., Dando, M., & Fowler, S. (2006). *Guía de campo de los tiburones del mundo* (pp. 9–282). Harper Collins Publisher Ltd.
- Cortés, E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(3), 726–738.
- Cortés, E. (1999). Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries Science*, 8(4), 299–344.
- Costello, M.J (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*, 36, 261–263.

- Dambacher, J. M., Young, J. W., Olson, R. J., Valérie Allain, Galván-Magaña, F., Lansdell, M. J., ... Duffy, L. M. (2010). Analyzing pelagic food webs leading to top predators in the Pacific Ocean: A graph-theoretic approach. *Progress in Oceanography*, 56(1-2), 152–165.
- Del Moral-Flores, L.F & Pérez-Ponce de León, G (2013). *Tiburones, rayas y quimeras de México* (Vol 1, pp. 1–6).
- Díaz-Murillo, B. P. (2006). *Catálogo de otolitos de peces marinos de las costas adyacentes a Baja California Sur*. (Tesis de Maestría) (p. 167) Centro Interdisciplinar de Ciencias Marinas (CICIMAR), La Paz, Baja California Sur, México.
- Downton C.A. (2007). Biología del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), En Baja California Sur, México. (Tesis de doctorado). CICIMAR-IPN. La Paz, Baja California Sur, México.
- Durazo, R. (2009). Climate and upper ocean variability off Baja California, Mexico: 1997–2008. *Progress in Oceanography*, 53, 361–368.
- Espinoza, M., Samantha E.M. Munroe, Clarke, T. M., Fisk, A. T., & Wehrtmann, I. S. (2015). Feeding ecology of common demersal elasmobranch species in the Pacific coast of Costa Rica inferred from stable isotope and stomach content analyses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 470, 12–25.
- Espinoza, M., Clarke, T. M., Villalobos-Rojas, F. & Wehrtmann, I. S. (2012). Ontogenetic dietary shifts and feeding ecology of the rasptail skate *Raja velezi* and the brown smoothhound shark *Mustelus henlei* along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Journal of Fish Biology*, 81(5), 1578–1595.
- Ferretti, F., Worm, B., Britten, G.L. Heithaus, M.R., & Lotze, H.K. (2010). Pattern and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13, 1055–1071.

- Filipo-Taborda, J. (2018). Ecología trófica del tiburón sulfi *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758) en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México, mediante el análisis de contenido estomacal e isótopos estables (Tesis de Licenciatura). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., & Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. (1st ed., Vol. 1, pp. 1–646). FAO.
- Fitch, J., & Brownell, R. (1968). *Fish otoliths from cetacean stomachs and their feeding habits interpreting*. 25(12), 2561–2574.
- Food, & Agriculture Organization. (2012). *The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Franco-Moreno, A. (2008). *Espectro trófico del tollo vieja *Mustelus henlei* (Pisces: Triakidae), capturado con red de arrastre camaronero y mallador entre la parte norte de Buenaventura y Boca San Juan, Pacífico colombiano* (Tesis de Licenciatura). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Colombia
- Furlong-Estrada, E., Galván-Magaña, F., & Tovar-Ávila, J. (2017). Use of the productivity and susceptibility analysis and a rapid management-risk assessment to evaluate the vulnerability of sharks caught off the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Fisheries Research*, 194, 197–208.
- Galvan-Magaña, F, Nienhuis, N.H., & Klimley, A.P. (1989). Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. *California Fish and Game*, 75(2), 74-84.

- Galván-Magaña, F. (1999). *Relaciones tróficas interespecíficas de la comunidad de depredadores epipelágicos en el Océano Pacífico Oriental* (p. 212). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
- García-Godos, I. (2000). Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. *Boletín Instituto Mar Perú*, 20(1-2).
- Gerking, S. (1994). *Feeding ecology of fish*. London: Academic Press.
- Gómez, G. O., Zapata, L. A., Rebeca Franke A, & Ramos, G. E. (2016). Hábitos alimetarios de *Mustelus lunulatus* y *M. henlei* (pisces: Triakidae) colectados en el parque nacional natural gorgona, pacífico colombiano. *Bulletin of Marine and Coastal Research*, 32.
- Goñi-Godoy, G. (2017). *Trophic ecology of the brown smooth hound shark Mustelus henlei (Gill, 1863) using stable isotopes and stomach content analysis in Bahía Tortugas, Baja California Sur, México* (Tesis de Maestria). Universidad de Las Palmas Gran Canaria.
- Gotshall, D. W. (2005). *Guide to marine invertebrates: Alaska to Baja California* (2nd ed., pp. 1–117). Sea Challengers.
- Grubbs, D., Carlson, J. K., Romine, J. G., Curtis, T. H., W. David McElroy, McCandless, C. T., ... Musick, J. A. (2016). Critical assessment and ramifications of a purported marine trophic cascade. *Scientific Reports*, 6.
- Harvey, J. T., Loughlin, T. R., Perez, M. a, & Oxman, D. S. (2000). Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern north pacific ocean. In *Fisheries Science* (p. 36).

- Hernández-Aguilar, B. (2008). *Espectro trófico del tiburón Prionace glauca (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de baja california sur, México*. Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar (CICIMAR).
- Hoffman, M (1979). *The use of Pielou's method to determine sample size in food studies* (Vol. 78, pp. 10–13). Gutshop.
- Hurlbert, S. H. (1978). The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecological Society of America*, 59(1), 67–77.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17(1), 411–429.
- INAPESCA. (2006). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA)* (pp. 323–354). Instituto Nacional de Pesca.
- Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8.
- Kim, S. L., M. Tim Tinker, Estes, J. A., & Koch, P. L. (2012). Ontogenetic and among-individual variation in foraging strategies of northeast pacific white sharks based on stable isotope analysis. *PLoS ONE*, 7(9).
- Kling, G. W., Fry, B., & W John O'brien. (1992). Stable isotopes and planktonic trophic structure in arctic lakes. En *Source: Ecology* (Vol. 73, pp. 561–566).
- Leigh, S. C., Papastamatiou, Y., & German, D. P. (2017). The nutritional physiology of sharks. *Rev. Fish Biology Fish.*, 27(3), 561–585.
- Leising, A., I. Schroeder, S. Bograd, J. Abel, R. Durazo, G. Gaxiola-Castro, E. Bjorkstedt, J. Field, H. Sakuma, R. Robertson, R. Goericke, W. Peterson, R. Brodeur, C. Barceló, T. Auth, E. Daly, y P.

- Warybok. (2015). State of the California Current 2014–15: Impacts of the warm-water “Blob”. *State of The California Current* 56.
- Lluch-Belda, D. (2000). *Centros de Actividad biológica en la costa occidental de Baja California*. Lluch-Belda, D., Elourdy-Garay, J.E., Lluch-Cota, S.E. y Ponce-Díaz, G (Eds.) *BAC Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano*. Centro de investigaciones biológicas del Noroeste.
- Lowe, G., Wetherbee, G., Crow, A., & Tester, A. (1996). Ontogenic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian waters. *Environmental Biology of fishes*. 47: 203-211.
- Lynn, R. J., & Simpson, J. J. (1987). The California Current system: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*, 92(12).
- Martinez-Ayala, J.C. (2018). Ecología trófica del cazón mamón *Mustelus lunulatus* (Jordan Gilbert, 1882) en la costa occidental de Baja California Sur, México. (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN).
- 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). Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN). La Paz, Baja California Sur, México.
- Morales, O. (2008). *Composición específica de elasmobranquios capturados en bahía vizcaino, B.C., México: Análisis de un registro histórico*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T* (Vol. 1, pp. 1–84).
- Morenos, C.E, Ramos-Alvarez, E & Raudez, M. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (pp. 1–84). Retrieved from M&T–Manuales y Tesis SEA website: <http://entomologia.rediris.es/sea>

- Myers, R. A., Baum, J. K., Shepherd, T. D., Powers, S. P., & Peterson, C. H. (2007). Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 315(5820), 1846–1850. <https://doi.org/10.1126/science.1138657>
- Navia, A.F., Giraldo, A., & Mejía-Falla, P.A. (2006). Notas sobre la biología y dieta del toyo vieja (*Mustelus lunulatus*) en la zona central de pesca del Pacífico colombiano. *Investigaciones Marinas Valparaíso*, 34(2).
- Navia-López, A.F (2013). *Función y ecología de tiburones y rayas en un ecosistema costero tropical del Pacífico colombiano*. Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- New, J. G. (2002). Multimodal integration in the feeding behaviors of predatory teleost fishes. *Brain Behaviour and Evolution*, 59, 177–189.
- NOAA. (14 de noviembre de 2020). ERDDAP. SST, NOAA POES AVHRR, LAC. 0.0125 degrees, West US, Day and Night, 2007-present (Monthly Composite). [https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/erdATsstamday.graph?sst%5B\(2020-02-15T12:00:00Z\)%5D%5B\(0.0\)%5D%5B\(22.1375\):\(32.1375\)%5D%5B](https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/griddap/erdATsstamday.graph?sst%5B(2020-02-15T12:00:00Z)%5D%5B(0.0)%5D%5B(22.1375):(32.1375)%5D%5B)
- Oaksen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Michin, P., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, M, Stevens, R.H., & Wagner, E. (2013). Community Ecology Package (Paquete vegan). Disponible en: <http://vegan.r-forge.r-project.org/>
- Olson, R., & Galván-Magaña, F. (2001). Food habits and consumption rates of common dolphin fish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean article in the eastern Pacific Ocean. *Fishery Bulletin*, 100(2), 279–298.

- Ortega-García, S., Arizmendi-Rodríguez, D.I., & Zuñiga-Flores, M.S. (2017). Striped marlin (*Kajikia audax*) diet variability off Cabo San Lucas, B.C.S, Mexico during El Niño-La Niña events. *Journal of Marine Biological association of the United Kingdom*, 98(6), 1513-1524.
- Osuna-Peralta, Y.R, Voltolina, D., Morán-Ángulo, R.E., & Márquez-Farías, J.F. (2014). Stomach contents of the Pacific sharpnose shark, *Rhizoprionodon longurio* (Charcharhiniformes, Carcharhinidae) in the southern Gulf of California. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 42(3): 438-444.
- Ortiz-Ahumada, Álvarez-Borrego, S., & Gómez-Valdés, J. (2018). *Effects of seasonal and interannual events on satellite-derived phytoplankton biomass and production in the southernmost part of the California Current System during 2003 – 2016 Efectos de eventos estacionales e interanuales en la biomasa y producción fit.* 44, 1–20.
- Paine, R.T. (1964). Ash and caloric determinations of sponges and opisthobranch tissues. *Ecology*. 45(2): 384-387.
- Pantoja-Echeverría, L., Tamburin, E., Marmolejo-Rodríguez, A.J., Galván-Magaña, F., Elorriaga-Verplacken, F., Delgado-Huertas, A., Tripp-Valdez, A., Arreola, Mendoza, L., & Lara, A. Stable isotopic inferences on trophic ecology and habitat use of brown smooth-hound *Mustelus henlei* in the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Regional Studies in Marine Science*. 40(1).
- Papastamatiou, Y., Wetherbee, B., Lowe, C., & Crow, G. (2006). Distribution and diet of four species of carcharhinid shark in the Hawaiian Islands: evidence for resource partitioning and competitive exclusion. *Marine Ecology Progress Series*, 320, 239–251.
- Pérez-Jiménez, J., Carlisle, A. B., Chabot, C. L., Vásquez, V. E., & Ebert, D. A. (2016). *Mustelus henlei*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T161648A80672263.
- Pinkas, L., Oliphant, M., & Iverson, I.L.K. (1971) Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. California Department of Fish and Game, Fish Bulletin. 152: 1-105.

- Prado-Navarro, A., Díaz-Castañeda, V., Leija-Tristán, A., & De, A. (2016). Composición y estructura de las comunidades de poliquetos (Annelida) asociadas a fondos blandos de la costa occidental de la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 74–85.
- Prugh, L. R., Stoner, C. J., Epps, C. W., Bean, W. T., Ripple, W. J., Laliberte, A. S., & Brashares, J. S. (2009). The rise of the mesopredator. *BioScience*, 59(9), 779–791.
- Ramirez-Amaro, S. (2011). *Caracterización de la pesquería artesanal de elasmobraquios en la costa occidental de Baja California Sur, México*. Instituto Politécnico Nacional.
- Ramirez-Amaro, S. R., Cartamil, D., Galvan-Magaña, F., Gonzalez-Barba, G., Graham, J. B., Carrera-Fernandez, M., ... Anet Rochin-Alamillo. (2013). Artesanal de elasmobranquios en la costa Pacífico de Baja California Sur, México, implicaciones para su gestión. *Scientia Marina*, 77(3), 473–487.
- Ramírez-Amaro, S., & Galván-Magaña, F. (2019). Effect of gillnet selectivity on elasmobranchs off the northwestern coast of Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 172, 105–116.
- Robinson, C., & Gómez-Gutiérrez, J. (1998). The red-crab Bloom off the west coast of Baja California, Mexico. *Journal of Plankton Research* 20(10). 2009-2016.
- Rodríguez-Romero, J., Álvarez-Bauman, E., Ochoa-Díaz, M.R, López-Martínez, J., & Maldonado-García, M. (2013). Feeding habits of *Mustelus henlei* on the western coast of Baja California Sur, México. *Revista de Biología Marina Y Oceanografía*, 48(2), 261–271.
- Rosas-Arevalo, M.A, Concepción-Perez, C, Arceo-Dzib, F.O., Sosa-Ávila, M. & Torres-Rojas, Y.E. (2021). *Otolitos: una manera de identificar a los peces*. LM Editores. 56 p

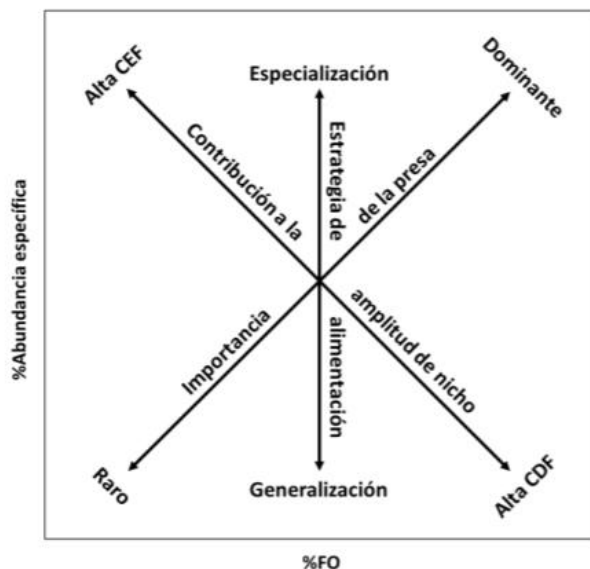
- Saïdi, B., Bradaï, M. N., & Bouaïn, A. (2009). Reproductive biology and diet of *Mustelus punctulatus* (Risso, 1826) (Chondrichthyes: Triakidae) from the Gulf of Gabès, central Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 73(2), 249–258.
- Sakuma, K.M., Field, J.C., Mantua, N.J., Ralston, S., Marinovic, B.B., & Carrion, C.N. (2016). Anomalous epipelagic micronekton assemblage patterns in neritic waters of the California Current in spring 2015 during a period of extreme ocean conditions. *CalCOFI Rep*, 57, 163-183-
- Salgado-Barragán, J. & Hendrickx, M. E. (2010). An illustrated key to the identification of eastern Pacific stomatopods (Crustacea : Hoplocarida). In *Revista Mexicana De Biodiversidad* (pp. 1–49).
- Sánchez-Cota, J.A. (2016). *Habitos alimenticios de tres especies del género Mustelus, Mustelus californicus, Mustelus henlei, y Mustelus lunulatus en bahía tortugas, baja california sur, mexico* (Tesis de Licenciatura). CICIMAR - IPN.
- Sandoval-Castillo, J., & Beheregaray, L. B. (2015). Metapopulation structure informs conservation management in a heavily exploited coastal shark (*Mustelus henlei*). *Marine Ecology Progress Series*, 533, 191–203.
- Santana-Morales, O., Cartamil, D., Sosa-Nishizaki, O., Zertuche-Chanes, R., Hernández-Gutiérrez, E., & Graham, J. (2020). Artisanal elasmobranch fisheries of northwestern Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 46(1), 1–18.
- Silva, R. (2012). *Biología reproductiva del tiburón mamón pardo Mustelus henlei (Gill, 1863) en la costa occidental de Baja California Sur, México* (Tesis de Maestría) (p. 110). Instituto Politécnico Nacional - Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar (CICIMAR).
- Sims, D. W. (2005). Differences in habitat selection and reproductive strategies of male and female sharks. En *Sexual segregation in vertebrates: ecology of the two sexes*. London: Cambridge University Press.

- Smith, W. D., Bizzarro, J. J., & Cailliet, G. M. (2009). La pesca artesanal de elasmobranquios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo. *Ciencias Marinas*, 35(2), 209–236.
- Soto-López, K., Ochoa-Báez, R. I., Tovar-Ávila, J., & Galván-Magaña, F. (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.
- Stevens, J. D., R. Bonfil, Dulvy, N. K., & Walker, P. A. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57(3), 476–494.
- Stillwell, C.E., & Kohler, N.E. (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 Sciences*, 39(3), 407–414.
- Teh, C.L., & Sumalia, U.R (2011). Contribution of marine fisheries to worldwide employment. *Fish and Fisheries*, 14(1), 77–88.
- Vásquez-Órtiz, M. & Jiménez-Quiroz, M.C. (2018). Distribución de la temperatura superficial marina y la clorofila-a. Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Pacífico. SAGARPA.
- Wetherbee, B. M. & Cortés, E. (2004). Food consumption and feeding habits. In *Biology of Sharks and their Relatives*. Carrier, J. F., Musick, J. A. & Heithaus, M. R., (Eds.), pp. 225 – 246. London: CRC Press
- Wilga, C. D., Motta, P. J., & Stanford, C. P. (2007). Evolution and ecology of feeding in elasmobranchs. *Integrative and Comparative Biology*, 47(1), 55–69.
- Wolff, C.A. (1982). A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopod species, with relationship between their dimension and size. *Fishery bulletin*. 2:357-370.

- Young, J. W., Brian P.V. Hunt, Cook, T. R., Llopiz, J. K., Hazen, E. L., Pethybridge, H. R., ... C. Anela Choy. (2015). The trophodynamics of marine top predators: Current knowledge, recent advances and challenges. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 113, 170–187.
- Woo, K.J, Elliot, K.H., Davidson, M., Gaston, A.J., & Davoren, G.K (2008). Individual specialization in diet by a generalist marine predator reflects specialization in foraging behaviour. *Journal of Animal Ecology*, 77: 1082-1091.
- Woodland, R.J., Secor, D.H., & Wedge, M.E. (2010). Trophic resources overlap between small elasmobranch and sympatric teleosts in Mid-Atlantic Bight nearshore habitats. *Estuar Coasts*. 34(2), 391-404.
- Zaitsev, O., Cervantes-Duarte, R, Montante, O, & Gallegos-García, A. (2003). Coastal upwelling activity on the pacific shelf of the Baja California peninsula. *Journal of Oceanography*, 59, 489–502.

11. Anexos

Anexo 1. Interpretación del gráfico propuesto por Costello (1990), modificado por Amundsen et al. (1996). Donde CDF=componente alto dentro de fenotipos; y CEF=componente alto entre fenotipos.



Anexo 2. Categorías de presas empleadas para calcular la composición estandarizada de la dieta y niveles tróficos de elasmobranquios (Cortés, 1999).

Código	Grupo de especies	Nivel Trófico (NT)
PEZ	Peces teleósteos	3.24
CEF	Cefalópodos (calamares, pulpos)	3.2
MOL	Moluscos (excluyendo cefalópodos)	2.1
CR	Crustáceos decápodos (camarones, cangrejos, langostas, langostinos)	2.52
INV	Otros invertebrados (todos los invertebrados excepto moluscos, crustáceos y zooplancton)	2.5
ZOO	Zooplancton (principalmente eufásidos "krill")	2.2
PAJ	Aves marinas	3.87
REP	Reptiles marinos (tortugas marinas y serpientes marinas)	2.4
MAM	Mamíferos marinos (cetáceos, pinnípedos, mustélidos)	4.02
CHAN	Peces cartilaginosos (tiburones, mantas, rayas, quimeras)	3.65
PL	Plantas (plantas marinas y algas)	1

*Anexo 3. Valores del Índice de Levin para cada una de las categorías de M. henlei, en la costa
occidental de Baja California Sur*

	Índice de Levin
Espectro general	0.194
2015	0.302
2016	0.287
2018	0.242
Hembras	0.101
Machos	0.478
Inmaduro	0.600
Maduro	0.188

Anexo 4. Espectro trófico de hembras de M. henlei en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
CRUSTACEA							
STOMATOPODA							
Eurysquillidae							
<i>Eurysquilla</i> spp.	0.87	0.45	0.5	41.7	24	0.01	0.43
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	40.9	22.9	39.1	62.9	74.1	50.9	28
Squillidae							
<i>Meiosquilla dawsoni</i>	2.61	1.35	2.85	56.67	37.91	0.22	1.23
<i>Schmittius politus</i>	6.09	3.14	1.43	54.76	66.72	0.56	3.7
<i>Squilla biformis</i>	3.48	1.79	1.26	56.25	47.82	0.21	1.81
Restos de estomatópodo	2.61	1.35	0.78	100	100	0.11	2.61
Subtotal Stomatopoda		30.98	45.92			52.01	37.78
DECAPODA							
Cancridae							

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	1.74	0.9	0.84	22.5	26.55	0.06	0.43
Coenobitidae*	0.87	0.45	0.06	33.33	53.33	0.01	0.38
Portunidae							
<i>Euphylax</i> spp.	0.87	0.45	0.07	33.33	3.19	0.01	0.16
Grapsidae*	1.74	0.9	0.07	41.67	24.01	0.03	0.57
Aethridae							
<i>Hepatus</i> spp.	1.74	0.9	0.26	66.67	88.6	0.04	1.35
Hyppolytidae*	0.87	0.45	0.05	100	100	0.01	0.87
Diogenidae							
<i>Paguristes</i> spp.	4.35	2.24	0.15	27.33	9.69	0.21	0.8
Penaeidae							
<i>Penaeus</i> spp.	0.87	0.45	0.08	50	53.54	0.01	0.45
Munidae							
<i>Pleurocondes planipes</i>	46.09	23.77	18.58	49.4	46.6	39.24	22.1
Subtotal Decapoda		30.51	20.16			39.62	27.11
TOTAL CRUSTACEA		61.49	66.08			91.63	64.89

CEPHALOPODA**Octopodidae**

<i>Octopus</i> spp.	0.87	0.45	0.32	20	20.14	0.01	0.17
TOTAL CEPHALOPODA		0.45	0.32			0.01	0.17

TELEOSTI**Atherinidae**

<i>Atherinops affinis</i>	1.74	0.9	0.15	37.5	15.19	0.04	0.46
---------------------------	------	-----	------	------	-------	------	------

Batrachoididae

<i>Porichthys notatus</i>	9.57	4.93	8.44	41.21	62.47	2.57	4.96
<i>Porichthys</i> spp.	12.17	6.73	5.05	52.98	52.89	2.88	6.44

Carangidae*

	4.35	2.24	0.63	35	21.13	0.25	1.22
--	------	------	------	----	-------	------	------

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<i>Selar</i> spp.	0.87	0.45	0.03	50	51.26	0.01	0.44
<i>Seriola</i> spp.	1.74	0.9	2.03	26.67	42.86	0.1	0.6
Clupeidae*	1.74	1.35	0.13	60	50.49	0.05	0.96
<i>Opisthonema</i> spp.	2.61	1.35	1.37	83.33	67.6	0.14	1.97
<i>Sardinops sagax</i>	5.22	2.69	1.14	36.67	45.74	0.4	2.15
Haemulidae							
<i>Haemulopsis</i> spp.	0.87	0.45	0.01	33.33	6.41	0.01	0.17
Lutjanidae*	0.87	0.45	0.09	20	22.89	0.01	0.19
Mugilidae							
<i>Mugil</i> spp.	0.87	0.45	0.11	100	100	0.01	0.87
Ophiididae							
<i>Lepophidium microlepis</i>	0.87	0.45	7.57	100	100	0.14	0.87
<i>Ophidion</i> spp.	0.87	0.45	0.11	100	100	0.01	0.87
Scombridae							
<i>Scomber japonicus</i>	2.61	1.35	3.03	83.33	99.11	0.23	2.38
Serranidae							
<i>Serranus</i> spp.	0.87	0.45	0.02	25	1.38	0.01	0.11
Synodontidae*	1.74	0.9	0.5	41.67	11.72	0.05	0.46
<i>Synodus</i> spp.	2.61	1.35	0.26	34.44	10.69	0.08	0.59
Triglidae*	0.87	0.45	0.27	100	100	0.01	0.87
<i>Prionotus</i> spp.	7.83	4.04	0.56	47.04	38.63	0.72	3.35
Restos de pez	4.35	2.24	0.26	65	41.48	0.22	2.31
SUBTOTAL TELEOSTI		34.57	31.76			7.94	34.56
<u>MAMMALIA</u>							
Delphinidae	4.35	2.24	0.77	40	11.71	0.26	1.12
SUBTOTAL MAMMALIA		2.24	0.77			0.26	1.12

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<u>MONI</u>	2.61	1.35	0.36	61.11	55.83	0.09	1.53

**Presas identificadas hasta familia*

Anexo 5. Espectro trófico de machos de *M. henlei* en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<u>CRUSTACEA</u>							
STOMATOPODA							
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	36	20	27.25	52.78	64.49	43.67	21.11
Squillidae							
<i>Meiosquilla dawsoni</i>	4	2	9.73	33.33	59.13	1.2	1.85
<i>Schmittius politus</i>	4	2	1.75	50	57.19	0.38	2.14
<i>Squilla biformis</i>	4	2	0.01	33.33	0.53	0.21	0.68
Subtotal Stomatopoda		26	38.74			45.46	25.78
DECAPODA							
Munidae							
<i>Pleuroncodes planipes</i>	28	14	5.86	53.57	54.96	14.28	15.19
Polychelidae							
	4	2	1.03	100	100	0.31	4
Subtotal Decapoda		16	6.89			14.59	19.19
ISOPODA							
Cymothoidae*							
	4	2	0.03	50	0.27	0.21	1.01
Subtotal Isopoda	4	2	0.03			0.21	1.01
TOTAL CRUSTACEA		44	45.66			60.26	45.98
<u>TELEOSTI</u>							
Atherinidae							
<i>Atherinops affinis</i>	4	2	2.2	100	100	0.43	4

Presas	%FO	%N	%W	%PN _i	%PW _i	%IIR	%PSIRI
Batrachoididae							
<i>Porichthys notatus</i>	8	4	6.44	100	100	2.14	8
<i>Porichthys</i> spp.	12	6	8.68	33.33	26.66	4.52	3.6
Clupeidae*	8	4	0.25	29.17	2.23	0.87	1.26
<i>Sardinops sagax</i>	24	12	18.72	61.11	66.24	18.93	15.28
Ophiidae							
<i>Lepophidium microlepis</i>	8	4	1.48	75	55.9	1.12	5.24
Carangidae							
<i>Seriola</i> spp.	8	4	3.29	33.33	27.11	1.5	2.42
Synodontidae							
<i>Synodus</i> spp.	4	2	1.81	16.67	33.33	0.39	1
Triglidae							
<i>Prionotus</i> sp.	8	4	2.82	20.83	15.17	1.4	1.44
Restos de pez	4	2	0.08	16.67	1.53	0.21	0.36
SUBTOTAL TELEOSTI		44	45.77			31.51	42.6
MAMMALIA							
Delphinidae	20	10	5.43	46.67	51.84	7.92	9.85
SUBTOTAL MAMMALIA		10	5.43			7.92	9.85

*Presas identificadas hasta familia

Anexo 6. Espectro trófico de individuos maduros de *M. henlei* en la costa occidental de B.C.S. Se representa el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), Abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN _i	%PW _i	%IIR	%PSIRI
CRUSTACEA							
STOMATOPODA							
Eurysquillidae							
<i>Eurysquilla</i> spp.	0.85	0.43	0.33	25	73.29	0.01	0.42
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	43.22	24.35	37.55	61.6	71.57	53.7	28.78
Squillidae							

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<i>Meiosquilla dawsoni</i>	3.39	1.74	4.06	50.83	43.22	0.39	1.59
<i>Schmittius politus</i>	4.24	2.17	1.27	46.67	63.76	0.29	2.34
<i>Squilla biformis</i>	1.69	0.87	0.94	41.67	29.53	0.06	0.6
Restos de estomatópodo	0.85	0.43	0.35	100	59.92	0.01	0.68
Subtotal Stomatopoda		29.99	44.5			54.46	34.41
DECAPODA							
Cancridae							
<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	1.69	0.87	0.77	22.5	26.55	0.06	0.42
Coenobitidae*	0.85	0.43	0.06	33.33	53.33	0.01	0.37
Portunidae							
<i>Euphylax</i> spp.	0.85	0.43	0.06	33.33	3.19	0.01	0.15
Grapsidae*	0.85	0.43	0	33.33	1.55	0.01	0.15
Diogenidae							
<i>Paguristes</i> spp.	3.39	1.74	0.09	27.92	8.58	0.12	0.62
Munidae							
<i>Pleuroncodes planipes</i>	44.07	22.61	16.9	50.03	47.87	34.95	21.57
Polychelidae*	0.85	0.43	0.15	100	100	0.01	0.85
Subtotal Decapoda		26.94	18.03			35.17	24.1
ISOPODA							
Cymothoidae*	0.85	0.43	0	50	0.27	0.01	0.21
Subtotal Isopoda	0.85	0.43	0	50	0.27	0.01	0.21
TOTAL CRUSTACEA		57.36	62.53			89.64	58.72
<u>CEPHALOPODA</u>							
Octopodidae							
<i>Octopus</i> sp.	0.85	0.43	0.29	0.08	0.27	0.01	0.17
TOTAL CEPHALOPODA		0.43	0.29			0.01	0.17
<u>TELEOSTI</u>							

Presas	%FO	%N	%W	%PN _i	%PW _i	%IIR	%PSIRI
Atherinidae							
<i>Atherinops affinis</i>	2.54	1.3	0.47	58.33	43.46	0.09	1.29
Batrachoididae							
<i>Porichthys notatus</i>	10.17	5.22	8.65	50.28	68.98	2.83	6.06
<i>Porichthys</i> spp.	11.86	6.52	5.82	54.17	57.5	2.94	6.62
Carangidae*	4.24	2.17	0.58	35	21.13	0.23	1.19
<i>Selar</i> sp.	0.85	0.43	0.03	50	51.26	0.01	0.43
<i>Seriola</i> sp.	3.39	1.74	2.35	30	34.99	0.28	1.1
Clupeidae*	1.69	1.3	0.12	60	50.49	0.05	0.94
<i>Opisthonema</i> spp.	2.54	1.3	1.26	83.33	67.6	0.13	1.92
<i>Sardinops sagax</i>	8.47	4.35	3.46	50.33	57.49	1.33	4.57
Haemulidae							
<i>Haemulopsis</i> spp.	0.85	0.43	0.01	33.33	6.41	0.01	0.17
Lutjanidae*	0.85	0.43	0.08	20	22.89	0.01	0.18
Mugilidae							
<i>Mugil</i> spp.	0.85	0.43	0.1	100	100	0.01	0.85
Ophiididae							
<i>Lepophidium microlepis</i>	2.54	1.3	7.15	83.33	70.6	0.43	1.96
<i>Ophidion</i> spp.	0.85	0.43	0.84	100	100	0.02	0.85
Scombridae							
<i>Scomber japonicus</i>	2.54	1.3	2.78	83.33	99.11	0.21	2.32
Serranidae							
<i>Serranus</i> spp.	0.85	0.43	0.02	25	1.38	0.01	0.11
Synodontidae*	1.69	0.87	0.46	41.67	11.72	0.05	0.45
<i>Synodus</i> spp.	3.39	1.74	0.51	32.08	18.56	0.15	0.86
Triglidae*	0.85	0.43	0.24	100	100	0.01	0.85
<i>Prionotus</i> spp.	5.08	2.61	0.4	41.39	36.11	0.31	1.97

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
Restos de pez	4.24	2.17	0.23			0.2	1.52
SUBTOTAL TELEOSTI		48.6	35.56			9.31	36.21
<u>MAMMALIA</u>							
Delphinidae*	8.47	4.35	1.51	50.83	34.9	1	3.63
SUBTOTAL MAMMALIA		4.35	1.51			1	3.63
<u>MONI</u>	1.69	0.87	0.12	66.67	50.04	0.03	0.99

*Presas identificadas hasta familia

Anexo 7. Espectro trófico de individuos inmaduros de *M. henlei* en la costa occidental de B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<u>CRUSTACEA</u>							
STOMATOPODA							
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	20.83	11.63	36.12	60	84.93	29.5	15.1
Squillidae							
<i>Schmittius politus</i>	12.5	6.98	4.68	66.67	68.47	4.32	8.45
<i>Squilla biformis</i>	12.5	6.98	3.28	58.33	44.24	3.8	6.41
Subtotal Stomatopoda		25.59	44.08			37.62	29.96
DECAPODA							
Grapsidae*	4.17	2.33	0.99	50	46.46	0.41	2.01
Aethridae							

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<i>Hepatus</i> spp.	8.33	4.65	3.73	66.67	88.6	2.07	6.47
Hyppolytidae*	4.17	2.33	0.77	100	100	0.38	4.17
Diogenidae							
<i>Paguristes</i> spp.	4.17	2.33	0.73	25	14.11	0.38	0.81
Penaeidae							
<i>Penaeus</i> spp.	4.17	2.33	1.14	50	53.54	0.43	2.16
Munidae							
<i>Pleuroncodes planipes</i>	33.33	18.6	15.39	48.96	45.66	33.61	15.77
Subtotal Decapoda		32.57	22.75			37.28	31.39
TOTAL CRUSTACEA		58.16	66.83			74.9	61.35

TELEOSTI**Batrachoididae**

Porichthys notatus 4.17 2.33 0.47 50 59.46 0.35 2.28

Porichthys spp. 12.5 6.98 1.5 44.44 18.15 3.12 3.91

Clupeidae*

Sardinops sagax 8.33 4.65 5.69 41.67 48.52 2.56 3.76

Serranidae

Serranus spp. 4.17 2.33 1.85 50 87.76 0.52 2.87

Triglidae

Prionotus spp. 20.83 11.63 8.32 50 42.01 12.33 9.58

Restos de pez

4.17 2.33 0.34 100 100 0.33 4.17

SUBTOTAL TELEOSTI **34.9** **18.76** **20.5** **27.88**

*Presas identificadas hasta familia

Anexo 8. Espectro trófico de individuos de *M. henlei* muestreados en el 2015 en la costa occidental de

B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N),

porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN _i	%PW _i	%IIR	%PSIRI
CRUSTACEA							
STOMATOPODA							
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	35.29	32.26	31.07	79.44	85.34	59.83	29.08
Squillidae							
<i>Meiosquilla dawsoni</i>	5.88	3.23	2.57	75	56.65	0.91	3.87
<i>Squilla biformis</i>	2.94	1.61	0.5	33.33	32.6	0.17	0.97
Restos de estomatópodo	5.88	3.23	5.29	100	73.28	1.34	5.1
Subtotal Stomatopoda		40.33	39.43			62.25	39.62
DECAPODA							
Munidae							
<i>Pleurocondes planipes</i>	26.47	17.74	9.59	61.85	60.13	19.37	16.14
Polychelidae	2.94	1.61	0.76	100	100	0.19	2.94
Subtotal Decapoda		19.35	10.35			19.56	19.08
TOTAL CRUSTACEA		59.68	49.78			81.81	58.7
TELEOSTI							
Atherinidae							
<i>Atherinops affinis</i>	5.88	3.23	0.7	22.5	15.19	0.62	1.11
Batrachoididae							
<i>Porichthys notatus</i>	2.94	1.61	11.72	50	85.48	1.05	1.99
<i>Porichthys</i> spp.	5.88	4.84	4.42	83.33	93.75	1.46	5.21
Carangidae*	5.88	3.23	2.19	37.5	27.12	0.85	1.9
Clupeidae							
<i>Opisthonema</i> spp.	5.88	4.84	6.2	100	100	1.74	5.88
<i>Sardinops sagax</i>	8.82	4.84	4.82	40	68.11	2.28	4.77

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
Mugilidae*	2.94	1.61	0.51	100	100	0.17	2.94
Ophiididae							
<i>Lepophidium microlepis</i>	2.94	1.61	1.04	50	11.79	0.21	0.91
Synodontidae							
<i>Synodus</i> sp.	2.94	1.61	0.23	50	7.36	0.15	0.84
Triglidae*	2.94	1.61	1.22	100	100	0.22	2.94
<i>Prionotus</i> sp.	2.94	1.61	0.31	25	4.97	0.15	0.44
SUBTOTAL TELEOSTI		30.801	33.36			8.9	28.57
<u>MONI</u>	14.71	8.06	14.86	75	73.69	9.03	10.93

*Presas identificadas hasta familia

Anexo 9. Espectro trófico de individuos de *M. henlei* muestreados en el 2016 en la costa occidental de B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
CRUSTACEA							
STOMATOPODA							
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	42.86	34.29	47.92	75.93	73.7	49.04	32.06
Squillidae							
<i>Squilla biformis</i>	4.76	2.86	0.57	100	100	0.23	4.76
Subtotal Stomatopoda		37.15	48.49			49.27	36.82
DECAPODA							
Portunidae							

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
<i>Euphylax</i> spp.	4.76	2.86	0.33	33.33	3.19	0.21	0.87
Grapsidae*	4.76	2.86	0.33	50	46.46	0.21	2.3
Penaeidae							
<i>Penaeus</i> spp.	4.76	2.86	0.38	50	53.54	0.21	2.47
Munidae							
<i>Pleuroncodes planipes</i>	47.62	28.57	43.76	65.83	79.17	47.95	34.52
Subtotal Decapoda		37.15	44.8			48.58	40.43

TELEOSTI

Batrachoididae							
<i>Porichthys notatus</i>	4.76	2.86	1.37	100	100	0.28	4.76
<i>Porichthys</i> spp.	4.76	2.86	1.7	25	23.16	0.3	1.15
Clupeidae*	4.76	5.71	0.55	100	100	0.42	4.76
Ophiidae							
<i>Lepophidium microlepis</i>	4.76	2.86	0.06	100	100	0.19	4.76
Scombridae							
<i>Scomber japonicus</i>	4.76	2.86	1.37	100	100	0.28	4.76
Serranidae							
<i>Serranus</i> spp.	4.76	2.86	0.1	25	1.38	0.2	0.63
Restos de pez	4.76	2.86	0.19	25	2.54	0.2	0.66
SUBTOTAL TELEOSTI		22.87	5.34			1.87	21.48

MAMMALIA

Delphinidae	4.76	2.86	1.37	50	14.75	0.28	1.54
SUBTOTAL MAMMALIA		2.86	1.37			0.28	1.54

*Presas identificadas hasta familia

Anexo 10. Espectro trófico de individuos de *M. henlei* muestreados en el 2018 en la costa occidental de B.C.S. Se presenta el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N), porcentaje de peso (%W), abundancia presa específico por peso (%PW) y número (%PN), Índice de Importancia Relativa (%IIR) e Índice de Importancia Relativa Presa-Específico (%PSIRI).

Presas	%FO	%N	%W	%PN _i	%PW _i	%IIR	%PSIRI
CRUSTACEA							
STOMATOPODA							
Eurysquillidae							
<i>Eurysquilla</i> sp.	1.3	0.57	0.58	25	73.29	0.03	0.64
Hemisquillidae							
<i>Hemisquilla californiensis</i>	41.56	18.75	41.53	49.22	66.8	44.59	24.11
Squillidae							
<i>Meiosquilla dawsoni</i>	2.6	1.14	4.48	60	50.22	0.26	1.43
<i>Schmittius politus</i>	10.39	4.55	2.8	54.17	65.53	1.36	6.22
<i>Squilla biformis</i>	3.9	1.7	1.68	36.11	19.73	0.24	1.09
Restos de estomatópodo	1.3	0.57	0	100	100	0.01	1.3
Subtotal Stomatopoda		27.28	51.07			46.49	34.79
DECAPODA							
Cancridae							
<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	2.6	1.14	1.36	22.5	26.55	0.12	0.64
Coenobitidae*	1.3	0.57	0.1	33.33	53.33	0.02	0.56
Grapsidae*	1.3	0.57	0.01	33.33	1.55	0.01	0.23
Aethridae							
<i>Hepatus</i> spp.	2.6	1.14	0.42	66.67	88.6	0.07	2.02
Hyppolytidae*	1.3	0.57	0.09	100	100	0.02	1.3
Diogenidae							
<i>Paguristes</i> spp.	6.49	2.84	0.24	27.33	9.69	0.36	1.2
Munidae							
<i>Pleuroncodes planipes</i>	57.14	25	15.14	46.44	40.85	40.83	24.94

Presas	%FO	%N	%W	%PN_i	%PW_i	%IIR	%PSIRI
Subtotal Decapoda		31.83	17.36			41.43	30.89
ISOPODA							
Cymothoidae*	1.3	0.57	0.01	50	0.27	0.01	0.33
Subtotal Isopoda		0.57	0.01			0.01	0.33
TOTAL CRUSTACEA		59.68	68.44			87.93	66.01
<u>CEPHALOPODA</u>							
Octopodidae							
<i>Octopus</i> spp.	1.3	0.57	0.52	20	20.14	0.03	0.26
TOTAL CEPHALOPODA		0.57	0.52			0.03	0.26
<u>TELEOSTI</u>							
Batrachoididae							
<i>Porichthys notatus</i>	14.29	6.25	10.83	45.76	63.79	4.34	7.83
<i>Porichthys</i> spp.	11.69	5.11	2.81	29.63	18.38	1.65	2.81
Carangidae*	3.9	1.7	0.25	30.56	17.14	0.14	0.93
<i>Selar</i> spp.	1.3	0.57	0.05	50	51.26	0.01	0.66
<i>Seriola</i> spp.	5.19	2.27	4.19	30	34.99	0.6	1.69
Clupeidae*	3.9	1.7	0.09	26.11	1.81	0.12	0.54
<i>Opisthonema</i> spp.	1.3	0.57	0.03	50	2.8	0.01	0.34
<i>Sardinops sagax</i>	10.39	4.55	3.64	53.54	54.27	1.51	5.6
Haemulidae							
<i>Haemulopsis</i> spp.	1.3	0.57	0.02	33.33	6.41	0.01	0.26
Lutjanidae*	1.3	0.57	0.15	20	22.89	0.02	0.28
Scombridae							
<i>Scomber japonicus</i>	1.3	0.57	3.98	50	97.32	0.11	0.96
Serranidae							
<i>Serranus</i> spp.	1.3	0.57	0.21	33.33	25.62	0.02	0.38

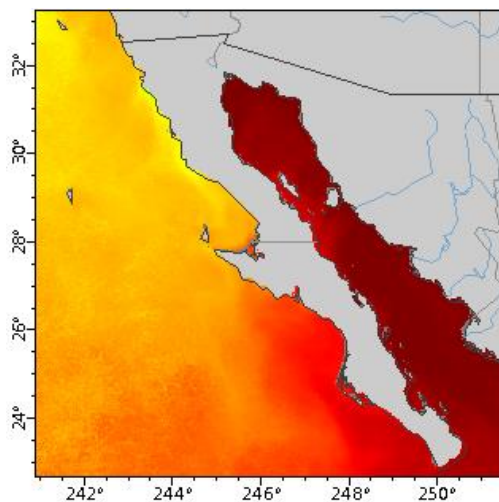
Presas	%FO	%N	%W	%PN _i	%PW _i	%IIR	%PSIRI
Synodontidae*	1.3	0.57	0.11	33.33	8.92	0.02	0.27
<i>Synodus</i> spp.	3.9	1.7	0.83	23.33	19.35	0.18	0.83
Triglidae							
<i>Prionotus</i> spp.	12.99	5.68	1.54	41.5	37.3	1.67	5.12
Restos de pez	3.9	1.7	0.83	23.33	19.35	0.18	1.97
SUBTOTAL TELEOSTI		34.65	29.56			10.59	30.47
<u>MAMMALIA</u>							
Delphinidae	11.69	5.11	2.23	42.59	33.67	1.53	4.46
SUBTOTAL MAMMALIA		5.11	2.23			1.53	4.46

*Presas identificadas hasta familia

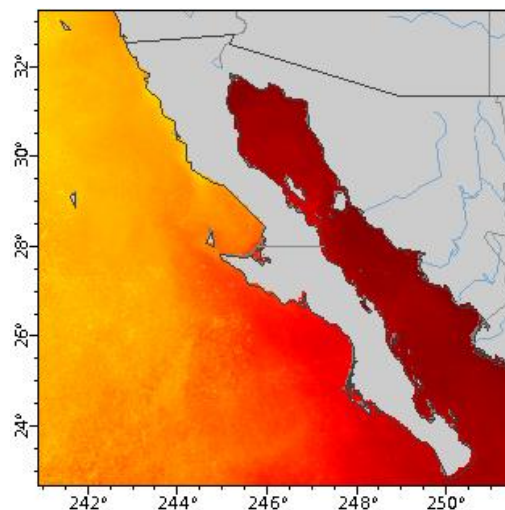
Anexo 11. Mapas de temperatura superficial del mar (SST) en la costa occidental de Baja California

Sur durante los años de muestreo. Tomado de NOAA (2020)

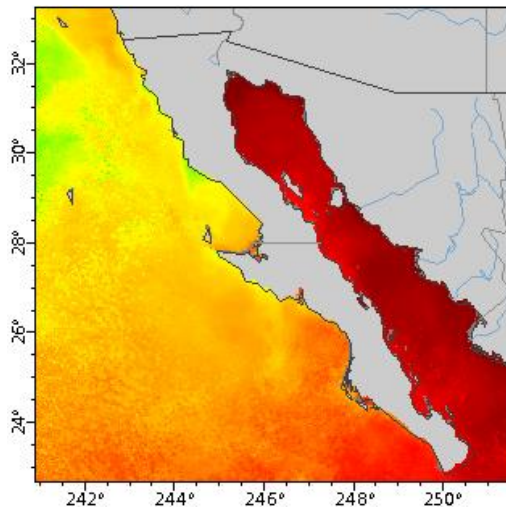
Agosto 2015



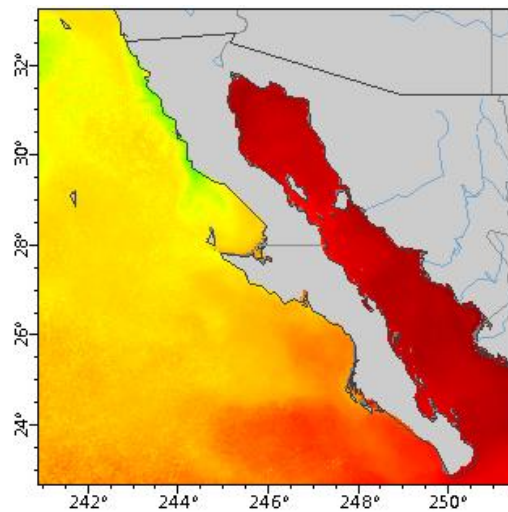
Septiembre 2015



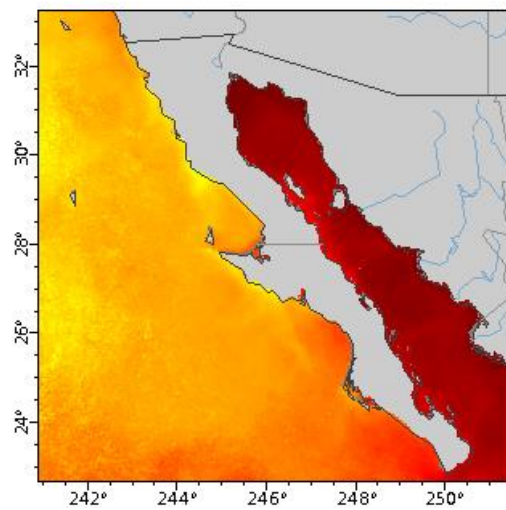
Agosto 2016



Septiembre 2016



Agosto 2018



Septiembre 2018

