



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ANÁLISIS DE LA DIETA DE LA “RAYA ÁGUILA CHILENA” *MYLIOBATIS
CHILENSIS* PHILLIPI, 1892 (MYLIOBATIFORMES: MYLIOBATIDAE)

DESEMBARCADA DURANTE DICIEMBRE 2020 – NOVIEMBRE 2021 EN EL
PUERTO DE SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE, PERÚ

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Biología

Autora:

Peña Cutimbo, Nelly Giannina

Asesora:

Velarde Vílchez, Mónica Margarita

ORCID: 0000-0002-8774-8729

Jurado:

Sáez Flores, Gloria María

Bohórquez Meza, Isabel Doris

Lizárraga Travaglini, Alfonso Diulio

Lima - Perú

2023





FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ANÁLISIS DE LA DIETA DE LA “RAYA ÁGUILA CHILENA” *MYLIOBATIS CHILENSIS*
PHILLIPI, 1892 (MYLIOBATIFORMES: MYLIOBATIDAE) DESEMBARCADA DURANTE
DICIEMBRE 2020 – NOVIEMBRE 2021 EN EL PUERTO DE SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE,
PERÚ

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada de Biología

Autora:

Peña Cutimbo, Nelly Giannina

Asesora:

Velarde Vílchez, Mónica Margarita

ORCID: 0000-0002-8774-8729

Jurado:

Sáez Flores, Gloria María

Bohórquez Meza, Isabel Doris

Lizárraga Travaglini, Alfonso Diulio

Lima-Perú

2023

Dedicatoria

Dedicado a mis padres y hermanos gracias porque me ayudaron a forjar mi camino con sus enseñanzas, son los pilares de mi vida. A mis tías, prima y amigos que me dieron ánimo para no decaer en tiempos difíciles. A mi gran amigo Wilmer y Eduardo Huamaní que se fueron en estos últimos años y siguen viviendo en mis recuerdos. En especial a mi padre, que partió de mi lado y ha dejado un gran vacío en nuestros corazones. Espero que este trabajo sea el inicio de lo grande que quisiste y quieres que sea, sigue cuidándonos desde arriba. Siempre serás el motivo para dar cada paso. Te amo mucho papá, eres el mejor desde siempre.

Agradecimiento

Agradezco a los pescadores de San José por su inmenso apoyo en pandemia. A mi asesora Mónica Velarde Vélchez por aceptar este reto, Francisco Córdova Zavaleta y Joanna Alfaro Shigueto, mis asesores externos por exigirme y valioso tiempo. Asimismo, a los profesionales Astrid Jimenez y Sergio Pingo, en el seguimiento del proyecto. Sergio Briones y Eduardo Segura por responder a mis dudas.

A la profesora Gloria Saez y Jhon Chero Cruz por permitirme utilizar el Laboratorio de Parasitología General y Especializada (LAPAGE) en tiempos de pandemia, donde era difícil tener acceso a un laboratorio. A los profesores de Moscoso y la profesora Carmona por su apoyo en la corroboración de identificación de presas.

A mis compañeras de laboratorio, en especial a mi mano derecha, Cristel Cordero, por ser inspiración para mí y a mis amigos de la universidad por alentarme. A mis padres, hermanos, mi tía Betsy, Sofía y en especial a mi padre, Adalberto Antonio Peña Álvarez, siempre serás la persona que más ame y quién confió en mí, quien me alentaba cuando estaba cansada para culminar esta tesis. Gracias por ser mi ángel ¡Te amo papi!

ÍNDICE

Resumen	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	1
1.2. Antecedentes	3
<i>1.2.1. Antecedentes Nacionales.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2. Antecedentes Internacionales.....</i>	<i>6</i>
1.3. Objetivos	7
<i>1.3.1. Objetivo general.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>7</i>
1.4. Justificación	8
1.5. Hipótesis	10
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	11
<i>2.1.1. Aspectos Biológicos y Ecológicos de la Raya Águila Chilena</i>	<i>11</i>
2.1.1.2. Taxonomía y características morfológicas.....	11
<i>2.1.2. Distribución Geográfica y Población</i>	<i>12</i>
<i>2.1.3. Redes tróficas.....</i>	<i>13</i>
<i>2.1.4. Ecología Trófica</i>	<i>18</i>
III. MÉTODO.....	19
3.1. Tipo de Investigación.....	19

3.2. Ámbito temporal y espacial	19
3.3. Variables	21
3.3.1. Variables dependientes.....	21
3.3.2. Variables independientes.....	21
3.4. Población y muestra.....	21
3.5. Instrumentos.....	22
3.6. Procedimientos.....	23
3.7. Análisis de datos	24
3.7.1. Curva Acumulativa de Presas.....	24
3.7.2. Método Cuantitativo	26
3.7.2.1. Composición Porcentual Numérica (%N)	26
3.7.2.2. Frecuencia Porcentual de Ocurrencia (%FO)	26
3.7.2.3. Composición porcentual Gravimétrica (%P).....	27
3.7.2.4. Índice de Importancia Relativa (IRI)	27
3.7.2.5. Abundancia específica de presas	28
3.7.3. Índices ecológicos.....	29
3.7.3.1. Índice estandarizado de Levin	29
3.7.3.2. Nivel Trófico.....	30
3.7.4 Análisis Multivariado.....	32
IV. RESULTADOS	334
4.1. Curva Acumulativa de Presas	334

4.2. Espectro Trófico General.....	36
4.2.1. <i>Composición del Espectro Trófico General de Myliobatis chilensis</i>	36
4.3. Espectro Trófico y Análisis multivariados por variables.....	43
4.3.1. <i>Espectro Trófico por Sexo</i>	43
4.3.2. <i>Análisis Multivariado por Sexo</i>	44
4.3.3. <i>Análisis Multivariado por Tallas</i>	45
4.3.4. <i>Espectro Trófico por Tallas</i>	46
4.3.5. <i>Espectro Trófico por Zonas de Pesca</i>	48
4.3.6. <i>Análisis Multivariado por Zonas de Pesca</i>	50
4.3.7. <i>Espectro Trófico por Estaciones</i>	51
4.3.8. <i>Análisis Multivariado por Estaciones</i>	52
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	61
VIII. REFERENCIAS.....	62
IX. ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Instrumentos utilizados para analizar el contenido estomacal de <i>M. chilensis</i>	22
Tabla 2 Categorías de presas utilizadas para calcular estandarizados composiciones dietéticas y niveles tróficos de rayas. Fuente: Adaptado de Barria et al, 2007.....	31
Tabla 3 Composición general y por sexos de la dieta de <i>M. chilensis</i> desembarcadas en la caleta de San José. Donde %FO= Frecuencia de ocurrencia, %P= Porcentaje de peso, %PN= Porcentaje numérico, %PW= Abundancia de peso húmedo, %IRI= Porcentaje del Índice de Importancia Relativa %PSIRI= Porcentaje de Índice de Importancia Relativa Específica.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplar de una raya águila chilena <i>Myliobatis chilensis</i> . A: vista ventral, B: vista dorsal del espécimen.....	14
Figura 2 Placa dentaria de raya águila chilena <i>M. chilensis</i>	14
Figura 3 Distribución de la raya águila chilena. Fuente: IUCN SSC Shark Specialist Group 2019. <i>M. chilensis</i> . The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1.....	15
Figura 4 Red trófica hipotética que grafica diferentes categorías de especies.....	16
Figura 5 Niveles tróficos basado en Reichle (2020).....	17
Figura 6 Transferencia hipotética de energía entre niveles tróficos. En cada nivel a medida que se emplea la respiración se disipa en forma de calor y una parte se convierte en producción en el nivel superior.....	17
Figura 7 Ubicación de la caleta San José, Lambayeque.....	20
Figura 8 Distribución de tallas basados en el ancho del disco (AD) de <i>M. chilensis</i> por sexo, capturados durante diciembre del 2020 hasta noviembre del 2021.....	35
Figura 9 Curva acumulativa de familias presa de la raya águila chilena durante el periodo de estudio. Donde se muestra los datos observados acumulados (Sobs) y datos ajustados al modelo de Clench (Sesp).....	36
Figura 10 Porcentaje del Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila chilena durante el periodo de estudio.....	38
Figura 11 Porcentaje del Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila por sexo.....	43

Figura 12 Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la variable sexo a partir de una matriz de abundancia de las familias presa en la dieta de <i>M. chilensis</i>	44
Figura 13 Análisis de Cluster de grupos talla de <i>M. chilensis</i> , basados en la matriz de abundancia de las presas de la raya águila chilena, con una amplitud de 5cm por intervalo.....	45
Figura 14 Análisis Cluster de las tres nuevas Clases de agrupamiento por talla de <i>M. chilensis</i> , basados en la matriz de abundancia de las presas de la raya águila chilena.....	47
Figura 15 Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las tallas a partir de una matriz de abundancia de las familias presa en la dieta de <i>M. chilensis</i>	48
Figura 16 Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila chilena por clases de talla.....	49
Figura 17 Porcentaje del Índice de Importancia Específica por Presa (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta por zona de pesca	50
Figura 18 Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las zonas de pesca a partir de una matriz de abundancia de las familias presa de la dieta de <i>M. chilensis</i>	51
Figura 19 Porcentaje del Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila chilena por estación	52
Figura 20 Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la variable estación a partir de una matriz de abundancia de las familias presa en la dieta de <i>M. chilensis</i>	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Ficha de identificación de <i>M. peruvianus</i> y <i>M. chilensis</i> utilizada en la capacitación a los armadores pesqueros y tripulantes de las embarcaciones artesanales de San José.....	80
Anexo B Ficha de colecta de datos de rayas águila para armadores pesqueros y tripulantes de pescadores artesanales de San José.....	82
Anexo C Diferencia entre rayas águila, donde <i>M. chilensis</i> (A) posee la comisura de la boca al inicio de la aleta pectoral y <i>M. peruvianus</i> (B) lo tiene más arriba del mismo	83
Anexo D Registro fotográfico de la raya águila chilena con su respectivo código por embarcación. A: Vista dorsal, B: vista ventral y C: vista de la cabeza	84
Anexo E Estómagos colectados durante diciembre 2020 hasta noviembre 2021.....	84
Anexo F Tabla de valores de prueba SIMPER entre la dieta de rayas alimentadas en estación cálida y fría.....	86
Anexo G Mapa de sedimentos en la plataforma continental peruana. Fuente: Delgado et al., 1987).....	87
Anexo H Caracterización textural del sustrato en el banco natural de concha de abanico en la Isla Lobos de Tierra, 22 – 27 de junio 2005. Fuente: Plan de Manejo Integral de la Islas Lobos de Tierra – 2004.....	88

Anexo I Complejo mandibular de un poliqueto de la familia Onuphidae colectado del contenido estomacal de <i>M. chilensis</i> desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.....	89
Anexo J Poliqueto de la familia Sternaspidae colectado del contenido estomacal de <i>M. chilensis</i> desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.....	89
Anexo K Telson del estomatópodo <i>Pseudosquillopsis lessonii</i> , familia Parasquillidae, colectado del contenido estomacal de <i>M. chilensis</i> desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.....	90
Anexo L <i>Diopatra</i> sp. de la subfamilia Onuphinae colectado del contenido estomacal de <i>M. chilensis</i> desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.....	90

Resumen

La raya águila chilena *Myliobatis chilensis* es una especie “Vulnerable” según la IUCN, posee escasos estudios sobre su biología básica por lo que conocer su dieta es fundamental. El objetivo de este estudio es analizar el contenido estomacal de *M. chilensis* desembarcado en el puerto de San José según su sexo, talla, estación y zona de pesca. Se colectó 109 estómagos con contenido estomacal durante diciembre 2020 y noviembre 2021. Se identificó el 93.3% de su dieta y 14 familias presa: Engraulidae (36.45% IRI, 33.88 %PSIRI), poliquetos n/i (27.62 %IRI, 25.79 %PSIRI), Onuphidae (5.85 %IRI, 5.99 %PSIRI), Sternaspidae (5.08 %IRI, 5.18 %PSIRI), entre otras presas como crustáceos y gasterópodos. Se determinó que *M. chilensis* tiene dieta especializada ($B_i = 0.21$) y un consumidor secundario ($NT=3.74$). Los individuos Talla I-II se alimentaron principalmente de la familia Engraulidae y los de Talla III de Poliquetos n/i. Se observó un consumo mayor de peces en la zona sur y poliquetos en la zona norte. Finalmente, un mayor consumo de engraúlidos ocurrió en la estación cálida y poliquetos en estación fría. Se concluye que la dieta de *M. chilensis* puede estar sujeta a cambios ontogénicos, a la disponibilidad de presas según su zona de alimentación con la presencia de Engraulidae en su dieta y sujeta a la estación, es decir, a variables ambientales.

Palabras claves: Ecología trófica, *Myliobatis chilensis*, contenido estomacal, nivel trófico, Perú.

Abstract

The Chilean eagle ray *Myliobatis chilensis* is a "Vulnerable" species according to the IUCN, it has few studies on its basic biology, so it is essential to know its diet. The objective of this study is to analyze the stomach contents of *M. chilensis* landed in the port of San Jose according to sex, size, season and fishing area. A total of 109 stomachs with stomach contents were collected from december 2020 to november 2021. We identified 93.3% of their diet and 14 prey families: Engraulidae (36.45% IRI, 33.88 %PSIRI), Polychaetes n/i (27.62 %IRI, 25.79 %PSIRI), Onuphidae (5.85 %IRI, 5.99 %PSIRI), Sternaspidae (5.08 %IRI, 5.18 %PSIRI), among other prey such as crustaceans and gastropods. It was determined that *M. chilensis* has a specialized diet ($Bi = 0.21$) and a secondary consumer ($NT=3.74$). Size I-II individuals fed mainly on the Engraulidae family and Size III individuals on Polychaetes n/i. A higher consumption of fish was observed in the southern zone and polychaetes in the northern zone. Finally, a higher consumption of engraulids occurred in the warm season and polychaetes in the cold season. It is concluded that the diet of *M.chilensis* may be subject to ontogenetic changes, to the availability of prey according to its feeding zone with the presence of Engraulidae in its diet and subject to the season, that is, to environmental variables.

Keywords: trophic ecology, *Myliobatis chilensis*, stomach contents, trophic level, Peru

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y Formulación del Problema

Los peces óseos, que constituyen alrededor del cincuenta por ciento del total de vertebrados del mundo (Nelson et al., 2016), han sido ampliamente estudiados a lo largo de los años desde aspectos evolutivos a biológicos (Volf, 2005). Al contrario, los peces cartilagosos a pesar de ser un grupo más pequeño en comparación a los óseos, aproximadamente 1250 especies de elasmobranquios (i.e., tiburones y batoideos) (Froese y Pauly, s.f.), han sido poco estudiados; inclusive teniendo una alta importancia ecológica como depredadores superiores y mesodepredadores (Bizzarro et al., 2007; Sherman et al., 2020).

Las características de historia de vida (i.e. edad, crecimiento, reproducción, entre otras) de muchos elasmobranquios, la pesca dirigida por el consumo de carne, comercio mundial de aletas, la venta de hígado e incluso de branquiespinas (Dulvy et al., 2014); además de la captura incidental, los hacen más vulnerables (Barría et al., 2019; Bonfil y Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], s.f.; Cailliet, 2015; Dulvy et al., 2014; Stevens et al., 2000) a la sobrepesca en comparación a los peces óseos (Bonfil y FAO, s.f.). En los últimos años, muchas de las poblaciones de elasmobranquios han descendido de manera significativa y la cuarta parte de las especies de este grupo se encuentra en riesgo de extinción (Dulvy et al., 2014).

Entre las principales corrientes marinas en el Perú destaca la Corriente Costera Peruana (CCP) llamada también Corriente de Humboldt (CH) y la Corriente Ecuatorial Subsuperficial (CES) (Domínguez et al., 2011) que en su convergencia representan uno de los principales sistemas de surgencia en el mundo (Freón et al., 2009). Esta convergencia da lugar a la presencia

de diversas especies como las 67 especies de tiburones y 44 especies de batoideos en la costa peruana (Acuña-Perales et al., 2021; Cornejo et al., 2015; Ebert et al., 2022; Kelez et al., 2020). Algunas de estas especies se encuentran listadas en el Plan de Acción Nacional para la conservación y Ordenamiento de Tiburones, Rayas y Especies Afines en el Perú (PAN Tiburón - Perú) aprobado por Decreto Supremo N° 002-2014-PRODUCE (Ministerio de la Producción [PRODUCE], 2014). Este documento es una herramienta de planificación y gestión para la conservación y ordenamiento de Condriactios (tiburones, rayas y quimeras), el cual propone incrementar sus estudios para un mejor conocimiento. A pesar de ello, el estudio sobre la biología básica de este grupo aún es limitado, aislado y discontinuo en nuestro país (PRODUCE, 2014).

Durante 1950-2010, el Perú reportó los mayores desembarques históricos de tiburones acumulados en todo el Océano Pacífico, resaltándose seis especies: tiburón azul *Prionace glauca*, tiburón diamante *Isurus oxyrinchus*, tiburón martillo, cruceta o preñada *Sphyrna zygaena*, tiburón zorro común *Alopias vulpinus*, tollo mamita *Mustelus whitneyi* y angelota *Squatina spp.* (Gonzalez-Pestana et al., 2016). Por otro lado, Perú ocupó el segundo lugar en desembarques de históricos de batoideos durante 1950-2015 en el Pacífico Este, donde destacaron las mantas *Mobula spp.*, pez guitarra *Pseudoabdos planiceps*, batana *Hypanus dipterurus* y en especial las rayas águila *Myliobatis spp.* (i.e. *M. chilensis* y *M. peruvianus*) con el 45% de los desembarques del total de batoideos (Gonzalez-Pestana et al., 2023).

Datos no publicados por Vélez-Zuazo (citado por Dulvy, Acuña, Bustamante, et al., 2020) indican la captura de 140 t de *M. chilensis* durante el 2015 en toda la costa peruana. Asimismo, Córdova-Zavaleta et al., (2014) afirman que en los Desembarcaderos Artesanales Pesqueros (DPA) del norte peruano (Zorritos, Máncora, San José y Salaverry), la raya águila chilena representa el 20,6% de las rayas capturadas por redes de enmalle, demostrando así su alta

importancia comercial en la zona. La pesquería de batoideos en Perú, es poco monitoreada y ligeramente regulada (Gonzalez-Pestana et al., 2023) a pesar de existir una pesquería dirigida a *M. chilensis* (Córdova-Zavaleta et al., 2014) esta no cuenta con un Reglamento de Ordenamiento Pesquero (ROP), no asegurando un correcto aprovechamiento. Además, la dificultad para distinguir entre especies durante los desembarques (especialmente entre *M. chilensis* y *M. peruvianus*), la falta de estudios básicos (e.g. biología reproductiva, ecología trófica, edad y crecimiento, migración) y captura incidental en pesquerías de cerco (Centro Desarrollo Pesca Sustentable [CeDePesca], s.f.; Vinatea et al., 2017, Obs. personales), amenaza a la conservación de sus poblaciones. Por ello, es importante comprender aspectos básicos como las relaciones alimenticias y transferencias de energía en el hábitat de la raya águila chilena. A partir de ello es posible predecir efectos que puede causar su ausencia o la disminución de su población por sobreexplotación, incremento de depredadores, introducción de especies exóticas o la disminución y/o ausencia de sus presas. En consecuencia, el objetivo de esta investigación es analizar la dieta de la raya águila chilena, a fin de complementar estudios en la región sobre su ecología trófica y generar mayor conocimiento para posibles ROP y/o planes de manejo.

Finalmente, dejamos la siguiente pregunta: ¿Cómo son los hábitos alimenticios de *M. chilensis* desembarcados en la caleta de San José?

1.2 Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Nacionales

En la Caleta de San José, Lambayeque, Torres Mora, (1978) realizó un estudio sobre la biología y pesquería de *M. chilensis* y *M. peruvianus* donde se analizaron 366 y 219 estómagos, respectivamente. Por medio del método de Análisis de Contenido Estomacal (SCA por sus siglas

en inglés) y el método de Frecuencia de Ocurrencia (FO), se identificó las presas más habituales en la dieta de *M. chilensis*. La dieta estuvo compuesta por poliquetos no identificados (n/i) (32.00%), peces (6.93%), moluscos (3.95%) y alimento digerido (8.00%) debido a su alto estado de digestión. Algunas de las presas incluyeron peces como la merluza *Merluccius gayi peruanus*, machete *Brebortia maculata*, congrio *Genypterus* sp, anguila *Ophichyis* sp., crustáceos como el langostino *Penaeus* sp., marucha *Callinasa* sp., entre otros. Adicionalmente, este estudio contó con la presencia de hembras sexualmente maduras entre los meses de junio y octubre, además de marzo con un peso entre 16,0 – 23,6 kg y de longitud entre 146,7 – 186,3 cm.

Castañeda (1994) analizó el contenido estomacal de las rayas águilas chilena y peruana desembarcadas en la caleta de San José. Según el método de Frecuencia de Ocurrencia (FO), se observó el consumo de se identificaron crustáceos (44.5%), peces (41.5%), poliquetos (3.6%) y moluscos (2.4%) como principales presas en la dieta de *M. chilensis*. Asimismo, un hecho importante como el Evento del Niño Oscilación Sur (ENOS) sucedió durante dicha investigación, cambiando la composición dietaria de la raya águila chilena de crustáceos a peces. De igual manera, determinó la longitud media de la primera parición de las hembras de la raya águila chilena con 120 cm de ancho del disco (AD).

Segura-Cobeña (2017) desarrolló una investigación en la misma localidad sobre la composición de la dieta de *M. chilensis* de 77 individuos. Este trabajo aplicó el SCA y se identificaron presas como moluscos, crustáceos y peces. A través del Índice de Importancia Relativa (IRI por sus siglas en inglés) el ítem presa más relevante fue la anchoveta peruana *Engraulis ringens* (verano 71.30%, primavera 2.23%), mientras en invierno no hubo consumo. Por otro lado, las rayas analizadas se agruparon en tres grupos: Talla I (<83.5cm), Talla II (83.6 a 124.5cm) y Talla III (>125.6). Donde las rayas pertenecientes a la Talla II consumieron mayor

cantidad de anchovetas (64.36%), seguido de la Talla I (40.53%), pero ausentes en las rayas con Talla III. De igual manera, se describe a la raya águila chilena como un depredador tope con dieta especializada.

Silva-Garay et al., (2018) analizaron la dieta de siete especies de condrictios (*Hypanus dipterurus*, *Myliobatis chilensis*, *M. peruvianus*, *Urotrygon chilensis*, *Pseudobatos planiceps* y *Mustelus mento* y *Callorhynchus callorhynchus*) en la costa central del Perú. En este estudio se utilizaron solo 5 estómagos de la raya águila chilena y a través del Índice de Importancia Relativa Específica de la Presa (PSIRI por sus siglas en inglés) se destacó la presencia de poliquetos de fondos blandos y peces. De igual forma, se describió a *M. chilensis* como un consumidor secundario.

García-Yarihuamanán y Mantarí-Gavilano, (2021) analizaron la dieta de cuatro especies: *M. chilensis*, *M. peruvianus*, *Hypanus dipterurus* y *Pseudobatos planiceps* en Pisco, Ica. Se obtuvieron 67 estómagos de raya águila chilena con contenido, a través del SCA y la aplicación del IRI y PSIRI se observó la preferencia por *E. ringens* (86.60 %IRI, 86.40 PSIRI% respectivamente) entre el resto de ítem presas como Nereididae (3.70 %IRI, 3.70 %PSIRI), bivalvos n/i (3.70 %IRI, 3.70%PSIRI), entre otros. Respecto al nivel trófico, ubicaron a la raya águila chilena como consumidor terciario con dieta especializada.

Finalmente, Gonzalez-Pestana et al. (2021a) mediante el SCA analizaron 865 estómagos de nueve especies comerciales de elasmobranquios con el objetivo de comprender la dieta, interacciones tróficas y el papel que cumplen en sus hábitats. *M. chilensis* fue una de las especies evaluadas, tras la aplicación del IRI y PSIRI la especie más importante fue anchoveta peruana *E. ringens* (20.70 %IRI, 19.60 %PSIRI respectivamente), seguido de teleósteos n/i (18.00 %IRI,

18.30 %PSIRI), gasterópodos n/i (12.0 0%IRI, 14.00 %PSIRI), caracoles de la familia Naticidae (6.90 %IRI, 6.90 %PSIRI) cangrejos como *Platymera gadichaudii* (6.00 %IRI, 6.20 %PSIRI), otros crustáceos, estomatópodos , cefalópodos, etc.

1.2.2. Antecedentes Internacionales

Existen diversos estudios de ecología trófica en otras especies de la familia Myliobatidae. En el Océano Pacífico, en el estado de Baja California Sur en México Fernández-Aguirre (2018) estudió la dieta de la raya murciélago *Myliobatis californica* a través del SCA y el Análisis de Isótopos Estables (SIA por sus siglas en inglés). Los resultados de 86 estómagos analizados mediante el PSIRI, indicaron que la dieta de esta raya estuvo constituida principalmente por Materia orgánica no identificada (MONI) (24.06%), la langostilla roja *Pleuroncodes planipes* (22.54%), sucedido por restos de conchas (6.79%), restos de crustáceos (6.53%), el cangrejo *Dynomene* spp.(6.34%), un poliqueto *Sipunculus* spp.(6.29%) y otras presas como restos gasterópodos, poliquetos,etc. De igual forma se estimó el nivel trófico a través del SCA y SIA, en el cual ambos métodos concluyeron que *M. californica* es un consumidor secundario dentro de la red trófica.

En el Océano Atlántico Norte, Szczepanski y Bengtson, (2014) realizaron un estudio en la bahía de Delaware en EE.UU. Se analizaron 132 estómagos con contenido estomacal de *Myliobatis freminvillii* a través del IRI y PSIRI, donde el cangrejo ermitaño de pinzas largas *Pagurus longicarpus* (69.84 %IRI, 41.90 %PSIRI respectivamente) sobresalió como principal presa, seguido el gasterópodo *Euspira heros* (14.92%, 16.27%), *Busycon* sp. (6.5%, 12.82%), entre otras presas. Respecto a su nivel trófico, calificaron a *M. freminvillii* como consumidor secundario.

En el Océano Atlántico Sur, Molina y Lopez, (2015) realizaron una investigación acerca de la biología de *Myliobatis goodei*, donde se analizaron 111 estómagos con contenido estomacal de individuos capturados incidentalmente en pesquería artesanal. El PSIRI mostró que la dieta estuvo dominada por molusco como *Lasea* sp. (25.4%), *Solen techuelchus* (24.8), anfipodos de la familia Caprellidae (15.6%) y poliquetos de la familia Phyllodocidae (8.4%) respectivamente. De igual manera, *M. goodei* presentó una dieta especializada y fue considerado como un consumidor secundario.

Finalmente, Barria (2017) estudió el rol ecológico y caracteres morfológicos de 26 especies de condrictios del Mar Mediterráneo noroccidental, entre ellos algunos muy abundantes y otros poco comunes. Se aplicó el método de SIA, SCA y fuentes bibliográficas publicadas para analizar las relaciones tróficas de 25 elasmobranquios, donde caracteriza a *M. aquila* como un depredador que consume principalmente bivalvos, concluyendo que el orden Rajiformes tiene un rol ecológico similar al de algunos tiburones.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la dieta de la raya águila chilena *Myliobatis chilensis* desembarcadas en el puerto de San José

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad de ítems presa en la dieta de *M. chilensis* desembarcada en San José
- Describir cualitativa y cuantitativamente la composición de la dieta de *M. chilensis*.

- Identificar y comparar la dieta de *M. chilensis* según su sexo, talla, zona de pesca y estacionalidad.
- Estimar la amplitud de dieta y el nivel trófico de *M. chilensis*.

1.4. Justificación

Gonzalez-Pestana et al., (2021a) indican que *M. chilensis* es considerado un conector entre hábitats pelágicos y bentónicos de la costa norte peruana, transfiriendo nutrientes y energía. En otras palabras, son bioperturbadores ya que modifican el fondo marino cuando capturan a sus presas y las excretan. En adición, Rosenberger, (2001) menciona que los batoideos presentan algunos comportamientos como el movimiento consecutivo de las aletas pectorales (bateo) o lanzamiento de chorros de agua, utilizados para capturar a sus presas en el bentos, generando un tipo de beneficio para otras especies al hacer más accesible y visibles a las presas. Por lo tanto, desde el punto de vista ecológico la conservación de esta especie es crucial por su rol en el ecosistema.

A nivel metodológico, el SCA posee un alto grado de identificación a nivel taxonómico (Hyslop, 1980). Esta metodología es viable porque existe una pesquería dirigida a la raya águila (Córdova -Zavaleta et al., 2014; Gonzalez-Pestana et al., 2023) y obtener muestras es factible, ya que el estómago no es un producto que tenga un valor comercial para los pescadores. No obstante, los estómagos suelen ser extraídos durante las faenas de pesca para evitar el deterioro de la carne de los individuos. Por lo tanto, se necesita estar a bordo de las embarcaciones o en el terminal pesquero para la extracción inmediata de muestras. Cabe recalcar que, los resultados dependerán de las zonas de pesca, el grado de digestión de las presas (Hyslop, 1980) y la regurgitación. A su vez, el SCA es un buen complemento del SIA de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$), el cual

proporcionar una estimación dietética integrada a través del tiempo y espacio (Bearhop et al., 2004; Layman et al., 2012).

Por otro lado, el SCA permite inferir como una especie interactúa con otras en una red trófica (Silva et al., 2014; Valadez-González et al., 2001). Esto es sumamente importante porque las rayas águila pertenecen a los batoideos con más desembarques en el Perú (Gonzalez-Pestana et al., 2023). Por consiguiente, los posibles efectos por su sobreexplotación, ausencia o disminución de presas son en gran medida perjudiciales para la sostenibilidad de pesquería de la raya águila chilena. Es así que, la aplicación del SCA en esta investigación permite dar un amplio panorama de las interacciones de *M. chilensis* con otras especies e inferir sus relaciones.

Respecto al aspecto económico y social, *M. chilensis* es comercializada como producto fresco y procesado en seco-salado por esposas y/o familiares de pescadores de San José (Figuerola, 2019), donde la principal actividad económica es la pesca (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017). A su vez la raya águila chilena es conocido en Lambayeque por utilizarse en platillos característicos de la zona, como “Tortilla de raya”, “Chinguirito”, “Sudado de raya” y “Charqui de raya”(Jiménez Urbina y Muñoz Vega, 2018; Municipalidad de Lambayeque, 2022). Esto indica que dicha especie es de suma importancia para la comunidad tanto económico como culturalmente, por lo tanto, los resultados de esta investigación podrían complementar información sobre su biología y ser utilizada en posibles ROP y/o planes de manejo. Esto, con la finalidad de mejorar su aprovechamiento y sostenibilidad a lo largo de los años en comunidades pesqueras como San José, quien tiene una alta comercialización y consumo de raya águila chilena.

1.5. Hipótesis

La composición de la dieta de *M. chilensis* desembarcadas en San José, Lambayeque, Perú, varía según sexo, talla, zona de pesca y estacionalidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases Teóricas Sobre el Tema de Investigación

2.1.1. Aspectos Biológicos y Ecológicos de la Raya Águila Chilena

2.1.1.2. Taxonomía y características morfológica. *Myliobatis chilensis* es comúnmente conocida como “raya águila chilena”, “raya águila” o “peje-águila” (Dulvy et al., 2020; Castañeda, 1994; Torres Mora, 1978), la cual presenta la siguiente clasificación taxonómica (Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS por sus siglas en inglés), 2022).

Reino:	Animalia
Subreino:	Bilateria
Infrareino:	Deuterostomia
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Infraphylum:	Gnathostamata
Clase:	Chondrichthyes
Subclase:	Elasmobranchii
Superorden:	Euselachii
Orden:	Myliobatiformes
Familia:	Myliobatidae

Género: Myliobatis

Especies: *Myliobatis chilensis* (Philippi, 1982)

Ebert y Stehmann, (2013) describen a las rayas de la familia Myliobatidae como individuos que poseen discos en forma de rombo (más ancho que largo) y cola dos veces más larga que el disco. Presenta dientes planos y macizos, además de un lóbulo subrostral relativamente corto y obtuso (característico del género *Myliobatis*).

Lamilla y Saez, (2003) atribuyen a *M. chilensis* una coloración marrón-rojiza en el dorso del disco, mientras que la parte ventral es blanca con los extremos de las aletas pectorales oscuras (Figura 1). Posee una cabeza ancha y corta, con placa dentaria de 8 a 11 hileras verticales (contadas de extremo a extremo de la boca) y con los dientes del centro de la mandíbula superior un poco más grande que los laterales (Figura 2, Anexo A) (Chirichigno, 1974; Chirichigno y Vélez, 1998; Sáez y Lamilla, 2012). Presenta una espina en la cola (Chirichigno, 1974; Chirichigno y Vélez, 1998).

2.1.2. Distribución Geográfica y Población

La raya águila chilena se distribuye desde San José (Perú) hasta Valdivia (Chile), encontrándose en el Pacífico Sudeste (Bustamante et al., 2014; Last et al., 2016) (Figura 3). Es una especie bentopelágica (Gonzalez-Pestana et al., 2021a; Segura-Cobeña, 2017) que puede alcanzar los 100 m de profundidad aproximadamente (Dulvy et al., 2020a). En la actualidad la estimación poblacional de la raya águila chilena es incierto y/o desconocido. No obstante, Dulvy et al. (2020a) supone una reducción poblacional en los últimos 45 años en un rango desde el 30% al 49% a causa de su estrecha distribución, la cual se encuentra superpuesta por las pesquerías artesanales (particularmente peruanas), como también a sus características biológicas. Esto ha provocado que

esta especie se encuentre actualmente categorizada como Vulnerable en la lista roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN, por sus siglas en inglés).

2.1.3. *Redes tróficas*

Elton (1927) desarrolló el diseño de pirámides de producción trófica e introdujo el término “cadena alimenticia” para describir las relaciones de alimentación entre distintos organismos y denominó “ciclo alimentario” a las cadenas alimenticias de una comunidad. Posteriormente, Odum (2016) reemplazó ese término por “red alimentaria” la cual se representa en un diagrama descriptivo que explica el transporte de energía desde presas a predadores. Sin embargo, estas interacciones tróficas en realidad resultan más complejas y no se desarrollan en línea recta (Smith y Smith, 2015; Smith y Smith, 2007) ya que existen diferentes factores como la “competencia dentro de los niveles tróficos, el canibalismo, los bucles de retroalimentación indirecta, las defensas inducidas, omnivoría e interacciones mediadas por patrones” (Garvey y Whiles, 2017, p. 6) que influyen sobre el flujo de energía.

Figura 1

Ejemplar de una raya águila chilena Myliobatis chilensis. A: vista ventral, B: vista dorsal del espécimen.

**Figura 2**

Placa dentaria de rayas águila chilena M. chilensis.

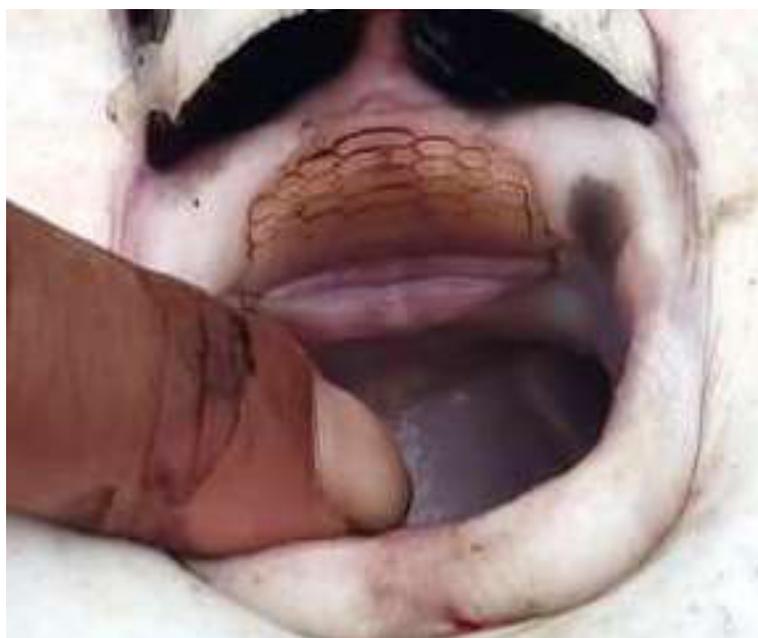


Figura 3

Distribución de la raya águila chilena. Fuente: IUCN SSC Shark Specialist Group 2019. M. chilensis. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022



Nota: el color amarillo representa la presencia de raya águila.

Asimismo, Smith, M y Smith, (2015) propone que la manera correcta para representar dichas relaciones es mediante la combinación de diferentes cadenas tróficas, llamándola “red trófica”, la cual se convierte en un diagrama con conexiones altamente interconectadas con una señalización gráfica mediante el uso de flechas. Donde en la Figura 4, A1 se denominan especies basales (normalmente autótrofos) y que no se alimentan de otras especies. H1, H2 y H3 son especies herbívoras, C1 son especies omnívoros ya que se alimentan de más de un nivel trófico y

C2 es una especie netamente carnívora. Tanto las especies H y C son consideradas especies intermedias porque cumplen el rol de depredadores y presas en la red trófica. Mientras P es considerado como depredador superior, ya que no es presa de ninguna otra especie, pero a su vez también presenta canibalismo al alimentarse de sí misma. Para simplificar las redes tróficas, se realizó un diagrama sencillo, donde se clasificó en categorías amplias a grupos de organismos con una fuente de obtención de alimento similar (Smith y Smith, 2007) a los cuales se les denominó “niveles tróficos” (Figura 5 - 6) donde cada nivel es secuencial y jerárquico (Gerking, 1994; Reichle, 2020; Smith y Smith, 2007).

Figura 4

Red trófica hipotética que grafica diferentes categorías de especies.

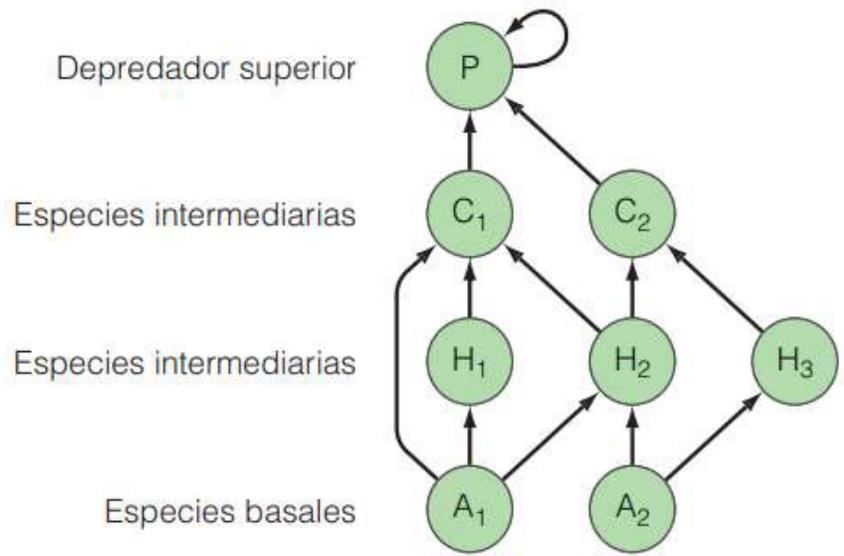
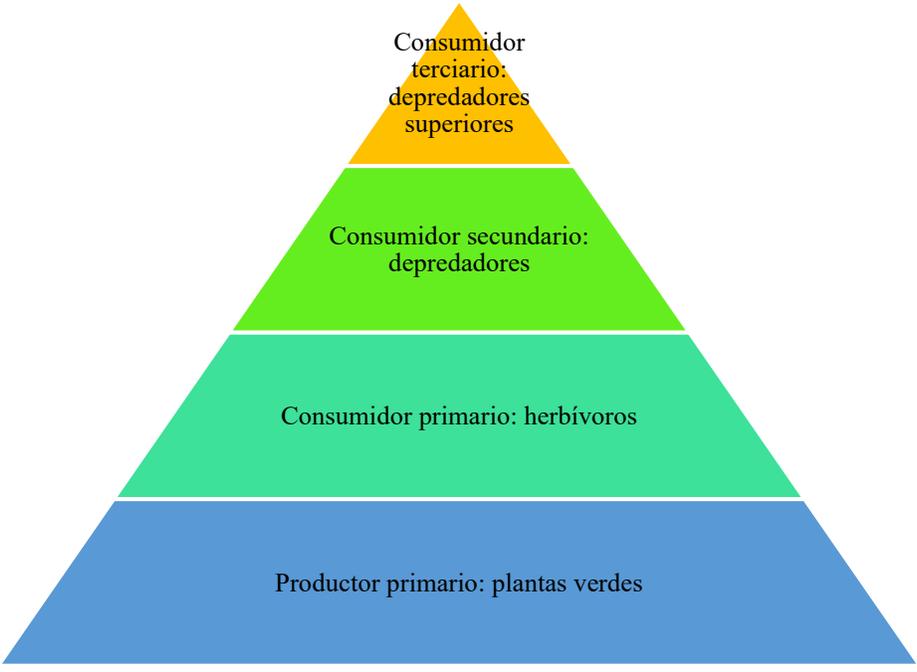


Figura 5

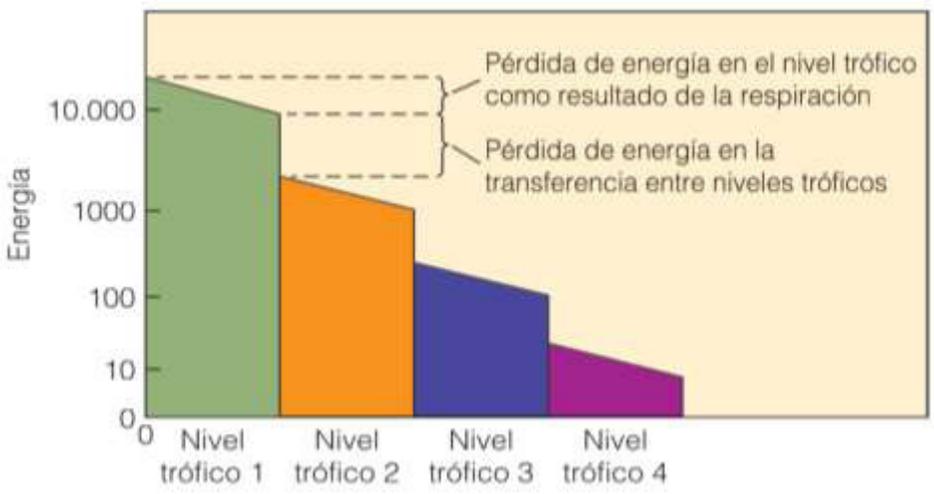
Diagrama de los niveles tróficos agrupadas en categorías según su fuente de alimentación.



Nota. basado en Reichle (2020).

Figura 6

Transferencia hipotética de energía entre niveles tróficos.



Nota. En cada nivel a medida que se emplea la respiración se disipa en forma de calor y una parte se convierte en producción en el nivel superior. Tomado de Smith y Smith (2007).

2.1.4. *Ecología Trófica*

La disciplina que estudia las interacciones y la estructura de las relaciones entre organismos de un ecosistema a través de la alimentación es la ecología trófica (Garvey y Whiles, 2017; Sabo y Gerber, 2021). Actualmente, el término *trófico* es utilizado para describir necesidades energéticas y nutricionales de un grupo de organismos, probablemente con formas semejantes de captación de energía a través del consumo (Garvey y Whiles, 2017). Del mismo modo, Yodzis (2001) menciona que cada organismo biológico contiene energía calórica, la cual es transferida a los organismos del siguiente escalón de la red trófica. Por ejemplo, los herbívoros al consumir especies basales (productores primarios) obtienen energía, los carnívoros lo obtienen de los herbívoros y así sucesivamente como se observa en la Figura 3.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de Investigación

Descriptiva porque tiene como finalidad caracterizar la dieta de *M. chilensis*.

3.2. Ámbito Temporal y Espacial

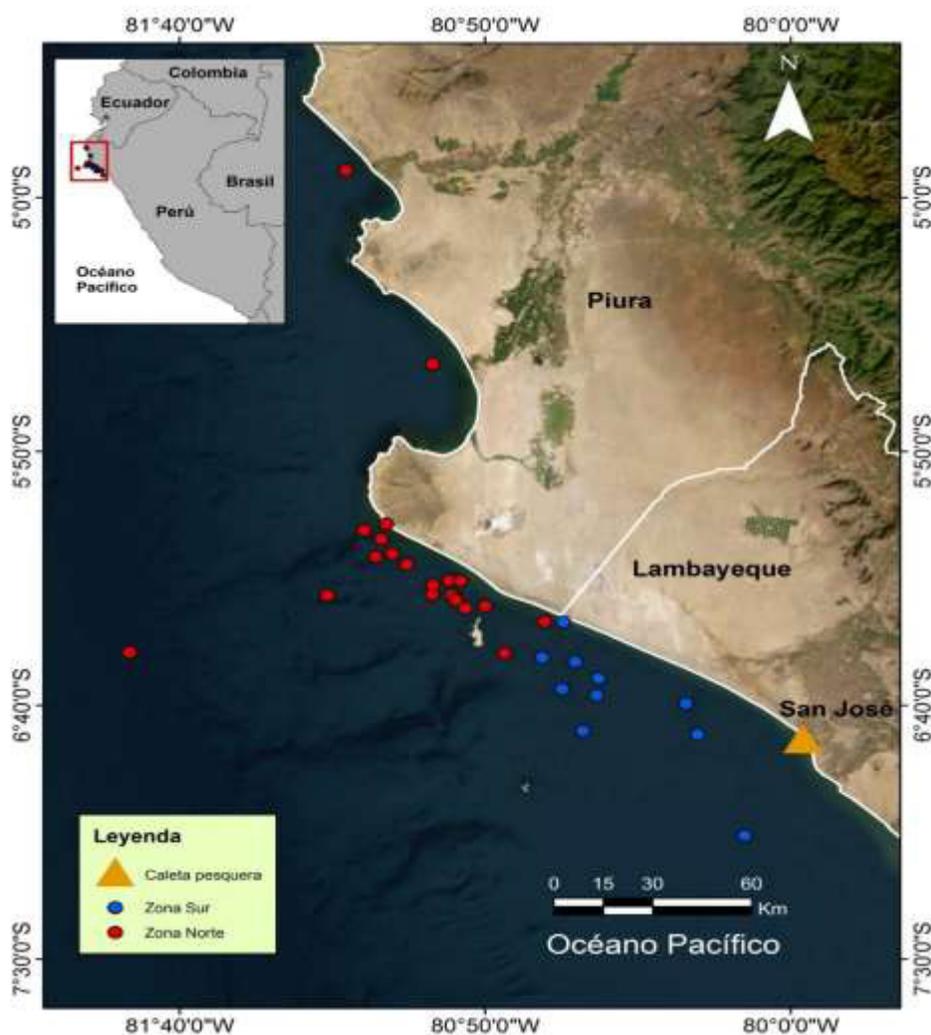
La presente investigación tuvo como lugar de estudio la caleta pesquera de San José, Lambayeque, (6°47'54" S y 79°59'30" O) (Figura 7). El muestreo se realizó, durante la pandemia causada por la SARS-CoV-2 (COVID-19), desde diciembre del 2020 hasta noviembre del 2021. Esta investigación estuvo enmarcada en el convenio específico interinstitucional entre ProDelphinus y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), para el desarrollo del estudio “Obtención y Análisis de Información de Elasmobranquios (Raya águila; tollo común; cazón mantequero y angelota) y Pulpo, para promover pesquerías en Lambayeque”.

Se estableció contacto con armadores pesqueros de embarcaciones pesqueras artesanales de San José dedicados a la pesca con redes de enmalle, cuyas redes tuvieron una apertura de malla de 7 a 11 in (177.8 – 279.4 mm), también conocidas como redes animaleras (Guevara-Carrasco y Soto, 2017). Previamente se realizaron capacitaciones a los armadores pesqueros y sus tripulantes para la toma de datos, muestras e identificación correcta de la raya águila chilena mediante fichas técnicas (Anexo B), considerando las principales diferencias con la raya águila peruana (forma de la mandíbula e inicio de la comisura de la boca respecto al inicio de la aleta pectoral) (Anexo A y C). Cabe recalcar que ProDelphinus viene trabajando con pescadores artesanales de San José por más de 10 años en colecta y toma de datos, por lo que la información tomada es confiable.

Acerca del tiempo efectivo de captura (es decir, tiempo del arte de pesca dentro del mar) varió entre 8 y 12 hrs, donde los pescadores colocaron sus redes durante la tarde (13:00 – 14:00 hrs) hasta el día siguiente por la mañana (05:00 – 07:00 hrs). La captura *Myliobatis* spp. se realizó a una profundidad de entre 20 a 50 brazas (36.6 – 91.4 m) e incluso fueron capturadas en redes de 4 in (101.6 mm) dirigidas a la captura de *Mustelus whitneyi*.

Figura 7

Área de estudio.



Nota: Elaboración propia.

3.3. Variables

3.3.1. *Variable Independiente*

- Talla
- Sexo
- Zona de Pesca
- Estación

3.3.2. *Variable Dependiente*

- PSIRI
- IRI
- Nivel trófico
- Amplitud de dieta

3.4. Población y Muestra

En este estudio se evaluó una fracción de la población de *M. chilensis*, del Pacífico Sureste (frente a costas de Perú) siendo el tamaño de muestra mínima de 10 individuos por mes. La cantidad de muestras consideradas se basó en la investigación realizada por Segura-Cobeña (2017) con la misma especie, en el cual 77 estómagos muestreados en un periodo de 12 meses describieron el 77.5% de la dieta.

En este trabajo, el muestreo por mes varió desde ninguno o hasta más de 10 individuos colectados, debido a la disponibilidad del recurso y variabilidad de zonas de captura. Si bien es

cierto que para desarrollar este tipo de trabajos se necesitan grandes cantidades de muestras (Olivares-Rodríguez, 2015), también es importante desarrollar un buen nivel de identificación de presas, ya que la incorporación de nuevas especies al conjunto de presas identificadas está relacionada con la medida de esfuerzo de muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

3.5. Instrumentos

Se utilizó Guías de identificación de peces del Perú (Campana, 2004; Norma Chirichigno, 1974; Chirichigno y Vélez, 1998; García-Godos, 2001; Goicochea y Arrieta, 2008; Oré-Villalba, 2017), Guía ilustrada para reconocimiento de especies de moluscos bivalvos con valor comercial (Instituto del Mar del Perú [IMARPE], 2016), Guía de Langostinos y otros crustáceos (Santamaría et al., 2018), Guía para la identificación de gasterópodos y bivalvos marinos en el Perú (Montes-Iturrizaga, 2018) y Claves taxonómicas de poliquetos (León-González et al., 2021; Fauchald, 1977). Además, se usó otros instrumentos que se encuentran en la Tabla 1.

Asimismo, se utilizaron los siguientes materiales para el desarrollo de la investigación: alcohol etílico 70°, formaldehído al 10%, placas Petri (normales y segmentadas), recipientes de 500, tamiz de 500 μm , lapicero, etiqueta, lápiz, equipo de disección, guantes de látex, mascarilla, pinzas rectas y curvas, plumón indeleble, tijeras curvas y rectas, cinta métrica, soga y bolsa Ziploc®.

Tabla 1

Instrumentos utilizados para analizar el contenido estomacal de M. chilensis.

Instrumentos de laboratorio	Instrumentos de campo

- Balanza analítica
- Balanza mecánica
- Estereoscopio
- Ficha de toma de datos

3.6. Procedimientos

Durante la colecta de individuos abordo se tomó un registro fotográfico de la zona ventral, pectoral y de las placas dentarias de cada individuo con su respectivo código para ser identificado correctamente (Anexo D). Asimismo, los organismos fueron geolocalizados, sexados y medidos, tomando dato del ancho del disco (AD) necesarios para este estudio, entre otros datos adicionales (Anexo A). Seguidamente, se extrajeron los estómagos para ser codificados y guardados bajo congelación en bolsas Ziploc® y evitar la degradación de las presas. No se optó por aplicar formaldehído al 10% (Galván-Magaña et al., 1989) ya que el estudio se desarrolló durante la pandemia producida por la COVID-19 y los niveles de contagio eran variables con ciertos picos altos de contagio por temporadas. Por ello la movilización para la fijación de muestra con ese insumo no era factible.

En el Laboratorio Costero de IMARPE de Santa Rosa, se procedió a descongelar los estómagos y se registró el peso del estómago lleno, con ayuda de una balanza analítica. Luego se enjuagó el contenido estomacal con agua corriente en un tamiz de 50 μm . Posteriormente el contenido se almacenó en recipientes de 500ml (Espinoza et al., 2012) clasificados según los ítems presa observados. Las presas correspondientes a peces, decápodos, estomatópodos, entre otros se colocaron en alcohol 70° (Hernandez-Garcia, 1995); mientras que, bivalvos y poliquetos en formaldehído al 10% (Comisión Nacional del Agua [CNA], 2004; León-González et al., 2021). Dada su consistencia blanda, estos últimos fueron enjuagados con agua corriente por una noche

para eliminar el exceso del fijador (formaldehído 10%) y excesos de sales, para luego ser colocado en alcohol etílico de 70°(León-González et al., 2021).

En el laboratorio de Parasitología General y Especializada (LAPAGE) de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), los ítems presa fueron colocados en placas Petri normales y segmentadas para ser observados en el estereoscopio y completar la identificación con ayuda de las guías de identificación listados en la Tabla 1. Se pesó cada ítem presa en una balanza analítica, también se contabilizó y se tomó registro fotográfico de lo observado en el estereoscopio.

3.7. Análisis de Datos

3.7.1. Curva Acumulativa de Presas

A través de la curva de presas acumuladas se evaluó si el número de estómagos obtenidos durante el periodo de estudio fue suficiente para describir la dieta de *M. chilensis* (Hoffman, 1979). Para ello, las presas se agruparon en familia con el fin de reducir el número de categorías de presas en las muestras con valores nulos, permitiendo una mejor eficacia en el análisis (White et al., 2004; Espinoza, 2014; Petta et al., 2020; Szczepanski y Bengtson, 2014).

Se utilizó el software EstimateS (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples) (Colwell, 2014, Colwell y Elsensohn, 2014) realizando 500 aleatorizaciones para suavizar la curva generada y suavizar los diferentes sesgos espaciales o temporales que pueden afectar (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Ferry y Cailliet (1996) argumenta que cuando el orden de estómagos analizados en la curva acumulativa de presas no es aleatorio, no brinda una estimación fiable.

La curva se ajustó al modelo de Clench donde se estimó un coeficiente que con un valor cercano a 1 demostraría la máxima cantidad de especies presa identificadas. Es decir, ya no es posible agregar una especie más a la lista porque se alcanzó el esfuerzo de muestreo óptimo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Finalmente, se tomaron las últimas cuatro muestras para determinar si el número de familias presa alcanzó a una asíntota, que ayuda a corroborar el esfuerzo de muestreo es válido para describir la dieta de *M. chilensis* (Bizzarro et al., 2017).

$$S_{Clench} = \left(\frac{S_2}{S_1} \right) \times \left(\frac{n_i}{1 + \left(\frac{\left(\frac{S_2}{S_1} \times r \right) - t}{r \times t} \right) \times n_i} \right)$$

Donde:

S_{Clench} = Número de especie presa acumulada ajustada al modelo de Clench para la muestra i.

S_1 = Número de especie presa acumulada observada de la primera muestra

S_2 = Número de especie presa acumulada observada de la segunda muestra

n = Número de muestra

r = Número total de muestras

t = Número total de especies presas

3.7.2. Método Cuantitativo

3.7.2.1. Composición Porcentual Numérica (%N)

Los individuos pertenecientes a una misma familia presa encontrada en cada estómago de la raya águila chilena fueron contabilizados y luego expresados en porcentaje respecto al número total de ítems presa identificados.

$$\%N = \frac{n}{NT} \times (100)$$

Donde:

$\%N$ = Composición porcentual numérica

n = número total de individuos encontrados de una especie presa

NT = número total de presas encontradas en todos los estómagos.

3.7.2.2. Frecuencia Porcentual de Ocurrencia (%FO)

Se contabilizó el número de estómagos de la raya águila chilena con determinada familia presa y fue dividida con el número total de estómagos con alimento. Finalmente, el resultado fue multiplicado por 100, para poder ser expresado en porcentaje.

$$\%FO = \frac{e}{NE} \times (100)$$

Donde:

$\%FO$ = Frecuencia porcentual de ocurrencia

e = número total de estómagos donde se encontró una determinada categoría taxonómica

NE = número total de estómagos con alimento analizados

3.7.2.3. Composición porcentual gravimétrica (%P)

Se registró el peso húmedo de cada familia presa encontrada en cada estómago analizado con ayuda de una balanza de precisión Nimbus x 0.001gr. Este luego fue expresado en porcentaje con respecto a la masa total de la especie presa encontrada en todos los estómagos.

$$\%P = \frac{p}{PT} \times (100)$$

Donde:

$\%P$ = Composición porcentual gravimétrica

p = Peso total de los individuos encontrados pertenecientes a una categoría taxonómica

PT = Peso total de presas encontradas en los estómagos

3.7.2.4. Índice de Importancia Relativa (IRI)

Pinkas et al., (1971) combinan los tres anteriores métodos (%N, %P y %FO) con el fin de definir la importancia de cada ítem presa respecto al espectro trófico (Hyslop, 1980). Para hacer más comprensible estos resultados, Cortés (1997) sugiere convertirlo a porcentaje y así obtener un mejor contraste con otras investigaciones.

$$IRI = \frac{\%N + \%P}{\%FO}$$

Donde:

IRI = Índice de importancia relativa

$\%N$ = Composición porcentual numérica

$\%P$ = Composición porcentual gravimétrica

$\%FO$ = Frecuencia porcentual de ocurrencia

$$\%IIR = \frac{IIR}{(\sum IRI)} \times (100)$$

Donde:

$\%IIR$ = Índice de importancia relativa (en porcentaje)

IIR = Índice de importancia relativa de una determinada categoría taxonómica ítem presa)

$\sum IRI$ = Sumatoria de todas las importancias relativas de todas las categorías taxonómicas

3.7.2.5. Abundancia específica de presas

Es la abundancia por conteos y pesos que representa cada familia presa en un determinado estómago.

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

Donde:

A_{ij} = Abundancia (por conteos $\%PN_i$ y pesos $\%PW_i$ de categoría de presa i en la muestra de estómagos j)

n_i = Número de estómagos que contiene la presa i y el total de número de estómagos es n

Se calculó la importancia relativa de cada presa con el Índice de Importancia Relativa Específica ($\%PSIRI$), el cual es un índice compuesto que al igual que $\%IRI$ permite analizarla

importancia de las presas en la dieta de determinada de una especie (Brown et al., 2012) con la siguiente fórmula:

$$\%PSIRI = 0.5 \%FO_i \times \%(PN_i + \%PW_i)$$

Donde:

$\%FO_i$ = Frecuencia de ocurrencia de presa i , dividido por el total de números de estómagos n

$\%PN_i$ = Abundancia numérica de una presa específica

$\%PW_i$ = Abundancia de peso húmedo de una presa específica

El IRI se utilizó en este estudio para poder contrastar con otros estudios que han utilizado esta metodología. Sin embargo, también se utilizó PSIRI para obtener resultados específicos evaluando contenido de cada estómago. Esta metodología presenta valores resultantes que no dependen del nivel taxonómico o la categoría de presas designadas por el investigador. Asimismo, el PSIRI es aditivo en relación de los niveles taxonómicos, de manera que la suma del %PSIRI especies presa será igual a la suma del %PSIRI familia, orden y así sucesivamente (Brown et al., 2012).

3.7.3. Índices ecológicos

3.7.3.1. Índice estandarizado de Levin

Se utilizó el índice estandarizado de Levin (B_i) (Krebs, 1999) con la finalidad de conocer la amplitud de dieta de *M. chilensis*. Los valores fluctúan entre 0 a 1, donde los valores menores a 0,6 representaría a la raya águila chilena como un depredador especialista. Mientras que, valores mayores a 0,6 se considerará una especie generalista.

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

Donde:

B_i = Índice de Levin para el depredador i

P_{ij} = Proporción de la dieta del depredador i sobre la presa j en base al %PN

n = Número de categorías de las presas

3.7.3.2. Nivel Trófico

Se calculó el nivel trófico de la raya águila chilena para ubicarla en un escalón de la red trófica, utilizando los niveles tróficos de las presas identificadas por Ebert y Bizzarro (2007) (ver Tabla 2).

$$TL = 1 + \left(\sum_{j=1}^n DC_{ij} \times TL_j \right)$$

Donde:

TL = Nivel trófico del depredador.

DC_{ij} = Proporción de la presa j en la dieta del depredador i .

TL_j = Nivel trófico de la presa j .

n = Número de ítems presa en la dieta del depredador i .

Tabla 2

Categorías de presas y niveles tróficos de un grupo de elasmobranquios (tiburones).

CÓDIGO DE GRUPO	DESCRIPCIÓN	NIVEL TRÓFICO
TELEÓSTEOS	Peces	3.24
CEFALÓPODOS	Pulpos, calamares	3.20
MOLUSCOS	Excluidos los cefalópodos	2.10
CRUSTÁCEOS	Camarones, cangrejos,	2.52
DECÁPODOS	langostinos, langostas	
OTROS INVERTEBRADOS	Todos los invertebrados excepto moluscos, crustáceos y zooplancton	2.50
ZOOPLANCTON	Principalmente eufaúsidos “Krill”	2.20
AVES MARINAS	Aves marinas	3.87
REPTILES MARINOS	Tortugas y serpientes marinas	2.40

MAMÍFEROS MARINOS	Cetáceos, pinnípedos y mustélidos	4.02
CONDRICTIOS	Tiburones, mantas, rayas y quimeras	3,65
PLANTAS	Plantas marinas y algas	1.00

Nota. Adaptado de Cortés (1997).

3.7.4. Análisis Multivariado

Se utilizó el programa Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research (PRIMER v. 6.1.6) (Colwell, 2006), el cual es un paquete estadístico que contiene un conjunto de rutinas especializadas para el análisis de datos en la ecología. Este software se usó para comparar y determinar el traslapamiento trófico entre sexo (hembra, macho), talla, estacionalidad (cálida y fría) y zonas de pesca (norte y sur).

En primera instancia se construyó una matriz de abundancia de las familias presa de la raya águila chilena. Luego, esta matriz fue transformada para evitar que las especies dominantes influyan en los resultados, dado que al utilizar estos valores se estaría dando el mismo peso a todas las presas (Clarke y Gorley, 2015). La transformación elimina la dominancia y corrige la distorsión que pudo haber existido (Clarke y Gorley, 2015; McCune, 2002; Noy-Meir et al., 1975). En este caso se utilizó la raíz cuadrada, ya que en la matriz hubo valores que diferían entre decenas y centenas (Espinosa, 2022). Posteriormente, se estandarizó los datos para reducir la varianza, generándose una nueva matriz. Con ello, en base al índice de disimilaridad de Bray-Curtis (Bloom,

1981) se construyó una nueva matriz en base a la abundancia numérica %N (Gonzalez-Pestana et al., 2021a) de las familias presa de la dieta de *M. chilensis*.

Con la nueva matriz construida a partir del índice de Bray-Curtis, se realizó un Análisis de Escalamiento No Paramétrico (nMDS, por sus siglas en inglés). Este análisis es un método de ordenamiento (Clarke, 1993) basado en una matriz de distancia o disimilitud que permite generar dos representaciones gráficas (de dos y tres dimensiones), el cual reconoce relaciones entre grupos de manera espacial (Roberts, 2020). Estas gráficas mostraron un ajuste de ordenación que permitió ver el nivel de distorsión de los datos, denominado “stress”(Dexter et al., 2018), donde los valores ≤ 0.2 nos indican una buena ordenación de datos y > 0.2 una deficiente ordenación (Clarke, 1993).

A su vez, se realizó el Análisis de Similaridad (ANOSIM por sus siglas en inglés) en base a la matriz generada por el índice de Bray-Curtis para encontrar diferencias entre los grupos de las variables (sexo, talla, estación y zona de pesca). De acuerdo a este resultado se determinó las familias presas responsables de la disimilitud (Clarke, 1993). También se aplicó la rutina Porcentaje de Similitud (SIMPER por sus siglas en inglés) sobre la matriz estandarizada; sin embargo, para aplicar esta rutina, a priori se necesita haber realizado el ANOSIM ya que el SIMPER permite conocer los taxones que están marcando la diferencia entre los grupos analizados (Warton et al., 2012). Finalmente, para identificar patrones de agrupamiento se aplicó la rutina CLUSTER en la matriz de Bray-Curtis, para el ordenamiento multivariado de datos en un dendrograma de forma ordenada y estructurada. Asimismo, se aplicó la prueba SIMPROF (Similarity Profile Analysis por sus siglas en inglés), la cual genera permutaciones para identificar patrones de asociación significativos dentro del dendrograma (Clarke et al., 2008).

IV. RESULTADOS

Durante noviembre del 2020 y diciembre del 2021 se recolectaron un total de 168 estómagos de raya águila chilena, de los cuales 109 presentaron contenido estomacal (Anexo E) y 59 se encontraron vacíos. El AD de los individuos con estómagos llenos fluctuó entre 37 cm y 198 cm, con un promedio de 66.56 cm (± 21.57 de Desviación Estándar (D.S)) (Figura 8). De este grupo 63 fueron hembras de entre 37.00 cm y 198 cm de AD con un promedio 69.14 cm (± 26.16 D.S), mientras que 46 fueron machos de entre 46.00 cm y 107.00 cm de AD con un promedio de 63.02 cm (± 12.34 D.S).

4.1. Curva Acumulativa de Presas

En la Figura 9 se observa el análisis de la curva acumulativa de presas, en este caso a nivel de familia, a partir de la identificación de ítems presa. Los resultados indicaron que 84 estómagos eran adecuados para describir la dieta de la raya águila chilena, por lo que los 109 estómagos analizados fueron más que suficiente. Asimismo, a través de la identificación de las familias presa se pudo describir el 93,3% de la dieta *M. chilensis*. Por otro lado, la pendiente ($b = 0.01$) de las cuatro últimas muestras fue menor a 0.1, es decir, que la curva acumulativa de presas alcanzó una asíntota. Para corroborar ello, se efectuó una regresión lineal según Bizzarro et al., (2007) para obtener el mejor ajuste y se comparó estadísticamente por medio de la prueba *t* de Student, donde se obtuvo $p = 0.05$. Ello significa que el esfuerzo de muestreo fue adecuado y definitivamente alcanzó la asíntota.

Figura 8

*Distribución de tallas basados en el ancho del disco (AD) de *M. chilensis* por sexo, capturados desde diciembre del 2020 hasta noviembre del 2021.*

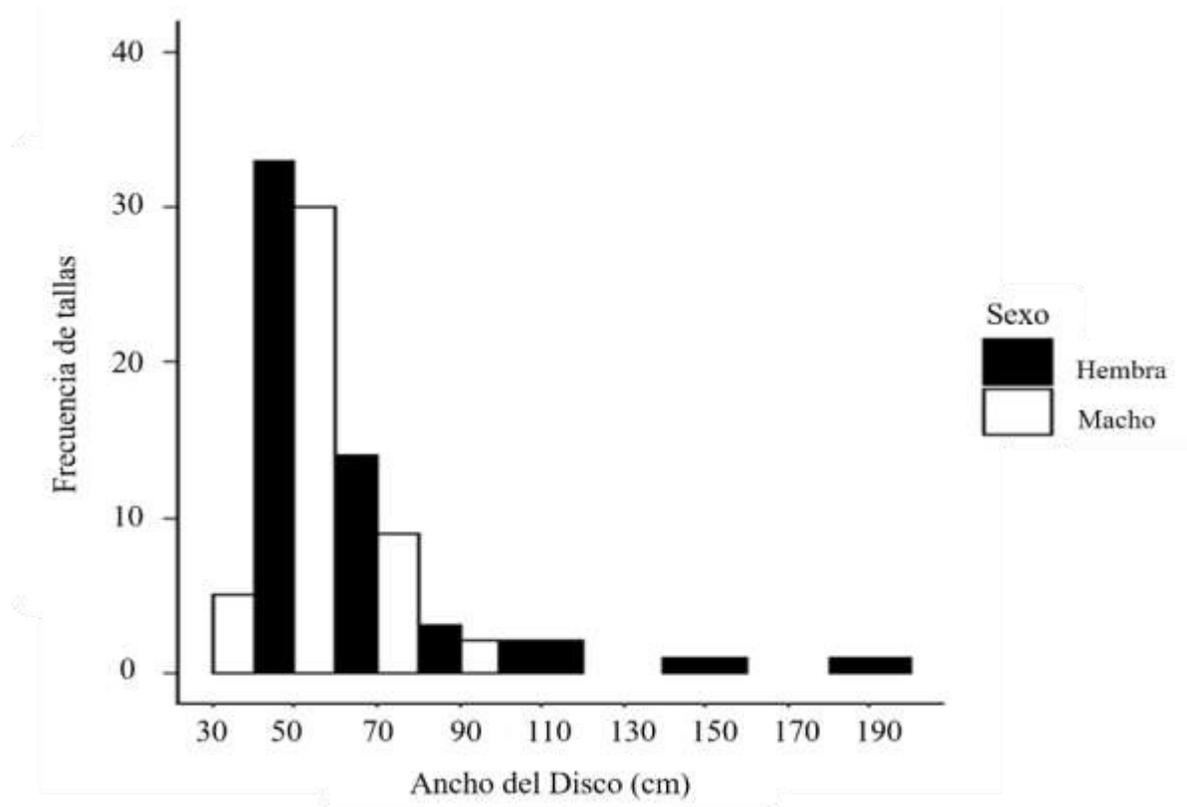
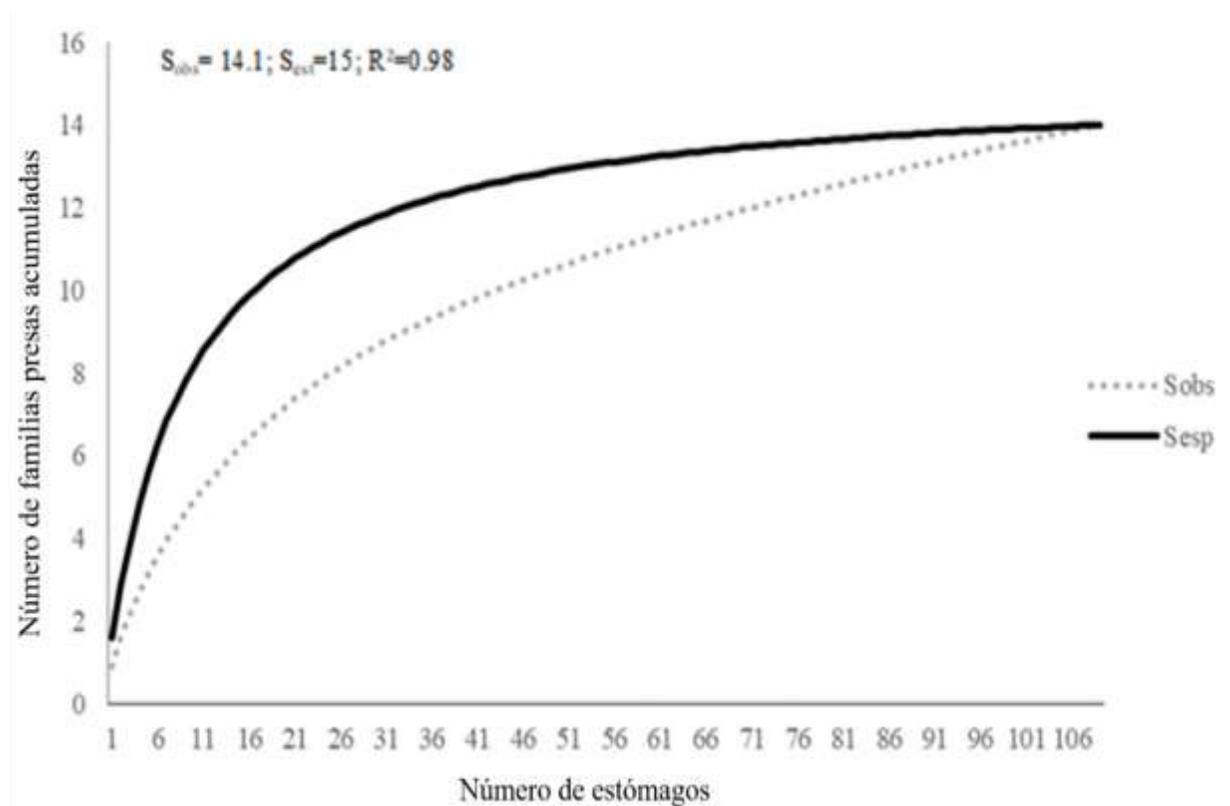


Figura 9

Curva acumulativa de familias presa de la raya águila chilena durante el periodo de estudio. Se muestra los datos observados acumulados (S_{obs}) y datos ajustados al modelo de Clench (S_{esp}).



4.2. Espectro Trófico General

4.2.1. Composición del Espectro Trófico General de *Myliobatis chilensis*

Se identificaron 22 ítems presas comprendidos en 14 familias (Tabla 3). Se contabilizaron 653 organismos presas donde la composición porcentual numérica (%N) estuvo dominada por la familia Engraulidae (33.61%), Poliquetos n/i (23.84%), poliquetos de la familia Onuphidae (5.92%), Sternaspidae (5.72%) y gasterópodos de Nassariidae (5.71%), entre otros. El peso total de todos estos organismos fue de 1916.69 g donde la composición porcentual gravimétrica (%P) correspondió principalmente a la familia Engraulidae con 34.14%, Poliquetos n/i 27.73%,

Onuphidae 6.06%, Opheliidae 4.92% y Moluscos n/i 4.75%, entre otros. En la frecuencia de ocurrencia (FO), las presas que más aparecieron en los estómagos pertenecieron a la familia Engraulidae 37.61 %, seguido de Poliquetos n/i 31.19 %, Onuphidae 11.01 %, Sternaspidae 9.17 %, Moluscos n/i 9.17 %, entre otras presas como crustáceos, otros peces, etc (Tabla 3).

Por medio de los métodos cuantitativos (%IRI y %PSIRI), los poliquetos (42.96 %IRI, 41.71 %PSIRI) fueron el grupo con mayor importancia dentro de la dieta de *M. chilensis*, seguido de peces (40.98 %IRI, 37.81 %PSIRI), crustáceos (7.98 %IRI, 11.07 %PSIRI) y moluscos (8.08 %IRI, 9.41%PSIRI). De forma más específica, la familia Engraulidae fue la principal familia presa (36.45 %IRI, 33.88 %PSIRI) en la dieta de *M. chilensis*, seguido de poliquetos n/i (27.62 %IRI, 25.79 %PSIRI), poliquetos de la familia Onuphidae (5.85 %IRI, 5.99 %PSIRI), Sternaspidae (5.08 %IRI, 5.18 %PSIRI), Opheliidae (4.42 %IRI, 4.76 %PSIRI) y gasterópodos de la familia Nassariidae (3.12 %IRI, 4.01 %PSIRI), entre otros individuos (Figura 10, Tabla 3). Respecto al índice ecológico de *M. chilensis*, es una especie con dieta con mayor grado de especialización y depredador secundario ($B_i = 0.21$ y $NT = 3.7$, respectivamente).

Figura 10

Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila chilena durante el periodo de estudio.

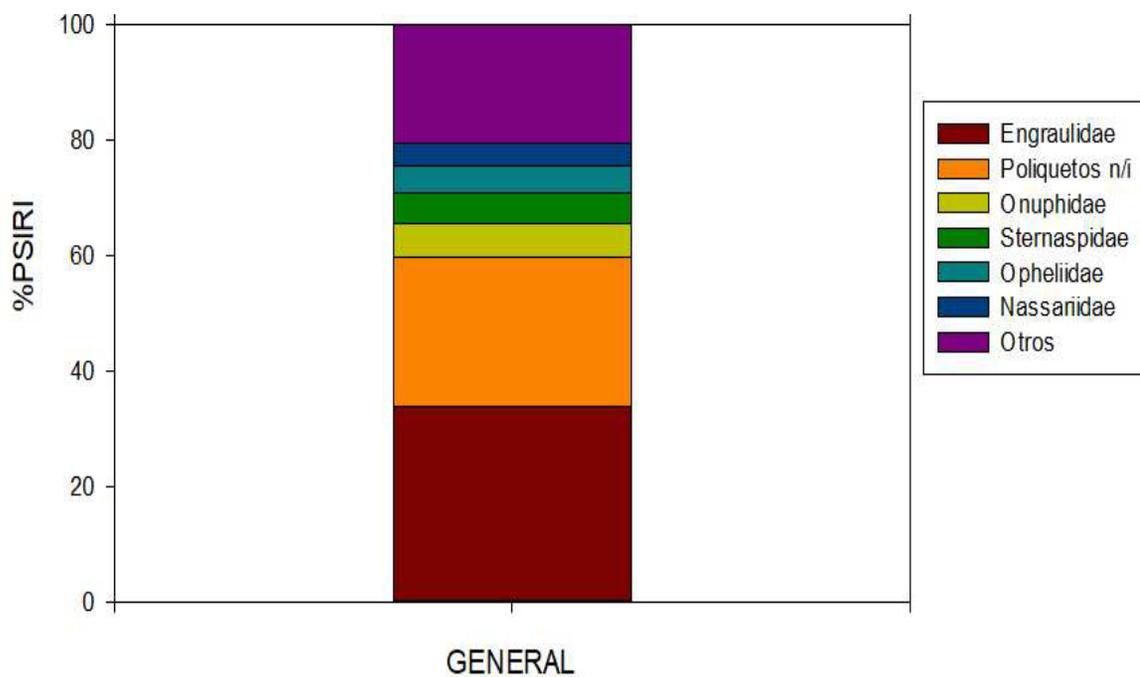


Tabla 3

Composición general de la dieta de *M. chilensis* desembarcadas en la caleta de San José. Donde %FO= Frecuencia de ocurrencia, %P= Porcentaje de peso, %PN= Porcentaje numérico, %PW= Abundancia de peso húmedo, %IRI= Porcentaje del Índice de Importancia Relativa %PSIRI= Porcentaje de Índice de Importancia Relativa Específica.

Ítems presa	General (n=109)				General (n=109)		
	%FO	%N	%P	%IRI	%PN	%PW	%PSIRI
CHORDATA							
Actinopterygii							
Engraulidae							
<i>Engraulis ringens</i>	37.61	33.61	34.14	36.59	89.36	90.77	33.88
Stromateidae							
<i>Peprilus medius</i>	0.92	0.31	0.69	0.13	33.33	75.55	0.50
Teleósteos n/i	6.42	3.23	3.64	4.26	50.31	56.69	3.44

Tabla 3: Continuación

ANNELIDA								
Polychaeta								
Onuphidae								
Onuphinae	9.17	3.84	4.18	3.73	41.86	45.52	4.01	
<i>Diopatra sp.</i>	3.67	2.08	1.88	1.80	56.60	51.22	1.98	
Opheliidae	5.50	4.59	4.92	4.50	83.33	89.47	4.76	
Sternaspidae	9.17	5.72	4.65	5.22	62.40	50.63	5.18	
Poliquetos n/i	31.19	23.84	27.73	27.71	76.44	88.90	25.79	
ARTHROPODA								
Malacostraca								
Axiidae								

<i>Tabla 3: Continuación</i>							
<i>Guyanacaris caespitosa</i>	0.92	0.52	0.70	0.05	57.14	76.47	0.61
Aethridae							
<i>Hepatus chiliensis</i>	3.67	3.39	1.98	2.33	61.67	53.89	2.69
Calappidae							
<i>Platymera gaudichaudii</i>	1.83	0.64	0.92	0.58	35.00	50.25	0.78
Cangrejos n/i	5.50	3.80	3.29	2.97	69.05	59.72	3.54
Squillidae							
<i>Squilla panamensis</i>	0.92	0.61	0.45	0.15	66.67	49.03	0.53
Pseudosquillidae							
<i>Pseudosquilla sp.</i>	0.92	0.18	0.02	0.00	20.00	1.89	0.10
Parasquillidae							

<i>Tabla 3: Continuación</i>							
<i>Pseudosquillopsis lessonii</i>	0.92	0.18	0.37	0.01	20.00	40.61	0.28
<i>Pseudosquillopsis sp.</i>	0.92	0.55	0.75	0.18	60.00	81.39	0.65
Estomatópodos n/i	8.26	2.35	1.42	1.71	28.45	17.18	1.88
MOLLUSCA							
Gastropoda							
Nassariidae	6.42	5.25	2.10	2.97	81.75	32.66	3.67
<i>Nassarius dentifer</i>	0.92	0.46	0.22	0.01	50.00	24.24	0.34
Naticidae	3.67	0.95	1.21	0.77	25.89	32.93	1.08
Tegulidae	0.92	0.02	0.00	0.00	1.96	0.00	0.01
Moluscos n/i	9.17	3.86	4.75	4.32	42.12	51.72	4.30

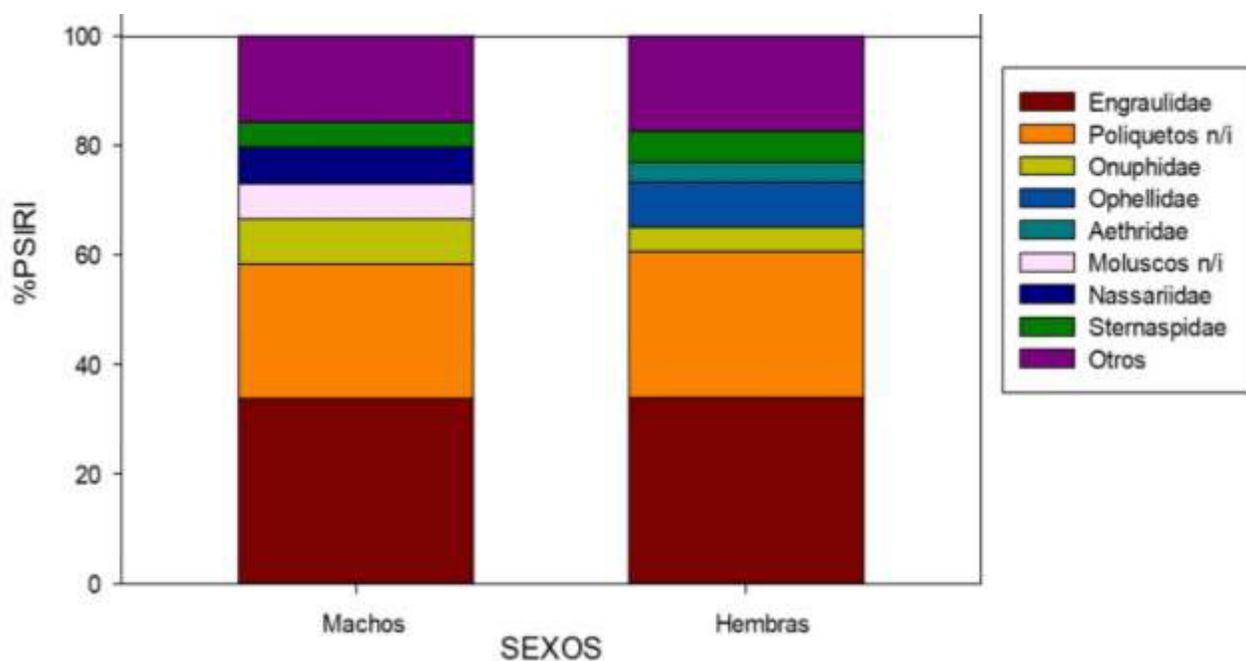
4.3. Espectro Trófico y Análisis multivariados por variables

4.3.1. Espectro Trófico por Sexo

A partir del método cuantitativo no se encontraron diferencias notables entre sexos. Las hembras consumieron organismos de la familia Engraulidae (35.48 %IRI, 33.90 %PSIRI) principalmente, seguido de Poliquetos n/i (28.54 %IRI, 26.76 %PSIRI) y otras familias presa de poliquetos como Ophellidae (8.39 %IRI, 8.23 %PSIRI), Sternaspidae (4.96 %IRI, 5.59 %PSIRI), Onuphidae (3.88 %IRI, 4.34 %PSIRI), etc. Respecto a los machos, estos se alimentaron similarmente de Engraulidae (33.84 %IRI, 24.45%PSIRI), Poliquetos n/i (26.32 %IRI, 24.45 %PSIRI), entre otras presas (Figura 11).

Figura 11

Porcentaje del Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila por sexo.

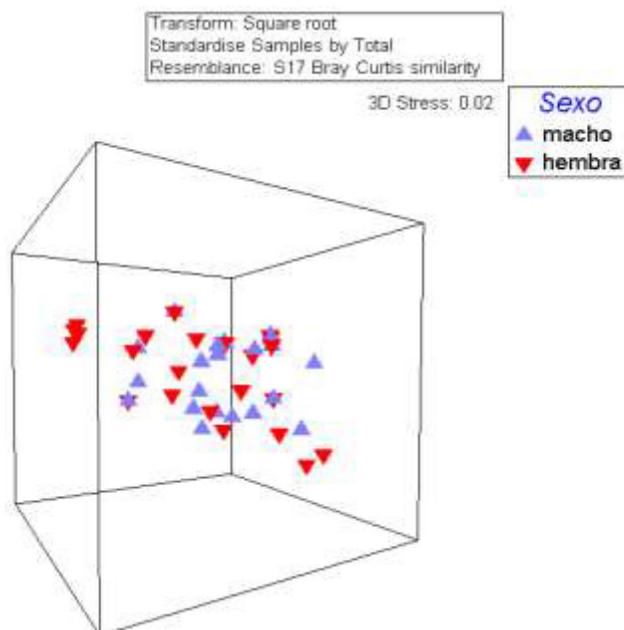


4.3.2. Análisis Multivariado por Sexo

Se evaluó la similitud de dieta entre sexos con nMDS, donde gráficamente los grupos no mostraron patrones de separación clara, que permitan diferenciar la dieta entre hembras (n= 56) y machos (n=42). Por otro lado, el Análisis de Similitudes (ANOSIM) indicó que no existe diferencia estadística significativa entre hembras y machos en la dieta de la raya águila chilena ($R = -0.01$, $p = 0.72$). Debido a estos resultados, no se realizó la prueba SIMPER para identificar la contribución de las familias presa que contribuyen a la disimilitud entre hembras y machos.

Figura 12

*Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la variable sexo a partir de una matriz de abundancia de las familias presa en la dieta de *M. chilensis*.*

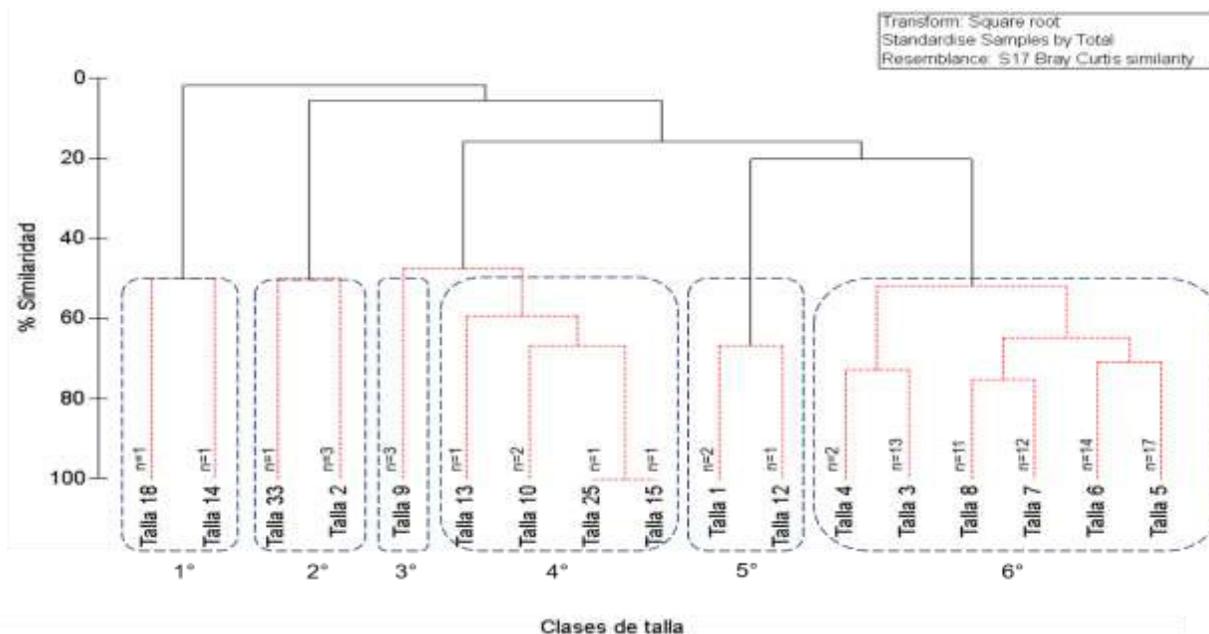


4.3.3. Análisis Multivariado de Tallas

Para este caso, se realizó un análisis preliminar de agrupamiento jerárquico aglomerativo simple (CLUSTER) para poder observar asociaciones y partir de ello realizar el análisis de dieta mediante %IRI y %PSIRI. Para ello se realizó un dendrograma con intervalos de 5 cm en base al AD, ya que es la medida de referencia de crecimiento promedio de cada año de *M. californica* (Aguirre, 2009), una especie de la familia Myliobatidae al igual que *M. chilensis*. Asimismo, se observa en la Figura 13 la presencia de 6 grupos con una similitud del 50%; no obstante, las clases de tallas no se presentan de forma consecutiva en un mismo cluster. Por lo tanto, a estos resultados no se le pudo dar un sustento biológico para poder encontrar similitudes, probablemente la alta variabilidad y baja similaridad se deba a los pocos individuos que se encontraron entre las clases de tallas utilizadas en análisis de *clustering*.

Figura 13

Análisis de Cluster de grupos talla de M. chilensis, basados en la matriz de abundancia de las presas de la raya águila chilena, con una amplitud de 5cm por intervalo.



Dado las dificultades para agrupar las clases de talla se realizaron nuevos grupos con un intervalo de 30 cm, generando 6 clases de tallas nuevas con los siguientes intervalos: 37.0-66.9, 67.0-96.9, 97.0-126.9, 127-156.9, 157.0-186.9 y 187.00-216.9. Se agruparon de la siguiente manera: Talla 1 (n=63), Talla 2 (n=29), Talla 3 (n= 3), Talla 4 (n= 2), Talla 5 (n=0) y Talla 6 (n=1). Se decidió reagrupar la Talla 3, 4, 5 y 6 en un solo grupo denominado Talla III (97.00-216.9 cm) debido a que pocos individuos contaban con estas medidas y a su vez se redenominó le Talla 1 como Talla I, Talla 2 a Talla II. Asimismo, reagrupar dichos grupos permitió que sea comparable con los demás grupos de tallas. Por ello, en la Figura 14 se visualiza un mejor agrupamiento y se obtienen 2 grupos con una similitud al 50%, donde los individuos más pequeños menores a 97 cm (Talla I y II) posee una diferencia en la dieta de rayas más grandes que sean mayores o iguales a los 97cm de AD (Talla III). Asimismo, se evaluó la disimilitud de dieta entre los tres grupos de talla, donde se observó ciertos patrones de asociación, donde Talla I y Talla II presentan una alta similitud y Talla III una pequeña diferencia con los demás grupos en el gráfico (Figura 15).

El ANOSIM señaló que no existe diferencia estadística significativa entre la Talla I, II y III en la dieta de la raya águila chilena ($R = -0.007$, $p = 0.559$). Por otra parte, no se realizó la prueba SIMPER para identificar la contribución de las familias presa que contribuyen a la disimilitud entre grupos de talla. No obstante, de acuerdo a los resultados de la rutina CLUSTER, se aplicó el %PSIRI e %IRI a los dos grupos que se formaron (Figura 16).

4.3.4. Espectro Trófico por Tallas

En el primer grupo (incluye Talla I y II) destacaron la familia Engraulidae (36.39 %IRI, 33.89 %PSIRI), Poliquetos n/i (29.89 %IRI, 27.83 %PSIRI), poliquetos de la familia Sternaspidae (5.63 %IRI, 5.60 %PSIRI), Opheliidae (4.88 %IRI, 5.13 %PSIRI), Moluscos n/i (4.19 %IRI, 4.45

%PSIRI), entre otras familias. Para el otro grupo (Talla III) destacaron las presas de la familia Engraulidae (35.92 %IRI y 33.71%PSIRI), Teleósteos n/i (27.97 %IRI, 19.65 %PSIRI), peces de la familia Stromateidae (3.56 %IRI, 6.81%PSIRI), cangrejos de la familia Aethridae (13.00 %IRI, 13.75 %PSIRI), poliquetos de la familia Onuphidae (9.41 %IRI, 10.29 %PSIRI), estomatópodos de la familia Squillidae (3.92 %IRI, 7.23 %PSIRI), entre otros (Figura 16). Es decir, las rayas de la Talla I y II se alimentaron de presas pequeñas blandas como poliquetos y moluscos (caparazones pequeños con facilidad de romper), mientras las rayas con Talla III de presas con mayor tamaño y con caparazón como cangrejos y estomatópodos. Asimismo, fue visible la disminución del consumo de poliquetos para las rayas más grandes; además, cabe mencionar que la presa en común y con mayor importancia para todas las tallas fue la familia Engraulidae.

Figura 14

Análisis Cluster de las tres nuevas Clases de agrupamiento por talla de M. chilensis, basados en la matriz de abundancia de las presas de la raya águila chilena.

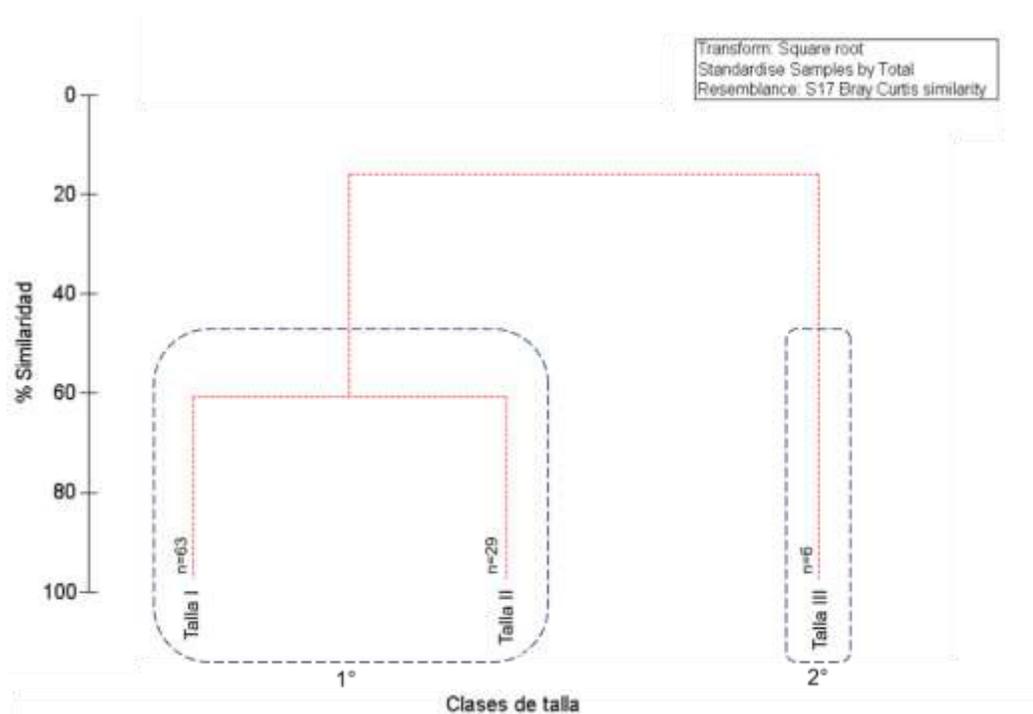
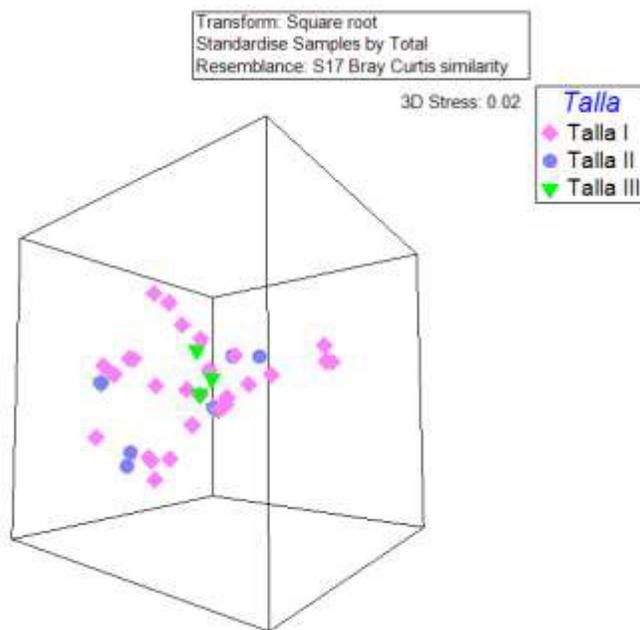


Figura 15

Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las tallas a partir de una matriz de abundancia de las familias presa en la dieta de M. chilensis.



4.3.5. Espectro Trófico por Zonas de Pesca

Por medio del análisis del método cuantitativo se observó diferencias perceptibles entre zonas de pesca (Figura 17), por ejemplo, en la Zona de Norte destacan las siguientes familias presa: Poliquetos n/i (30.63 %IRI, 28.64 %PSIRI), Engraulidae (28.62 %IRI, 26.99 %PSIRI), poliquetos como Sternaspidae (7.76 %IRI, 7.54 %PSIRI), Opheliidae (5.55 %IRI, 5.84 %PSIRI), Onuphiidae (5.36 %IRI, 5.42 %PSIRI). En esta zona destacan principalmente los poliquetos y aparece una mayor diversidad de presas como también estomatópodos de la familia Squillidae (0.34 %IRI, 0.77 %PSIRI), Pseudosquillidae (0.01 %IRI, 0.15 %PSIRI), Parasquillidae (0.26 %IRI, 0.94 %PSIRI), otros crustáceos como Aethridae (2.74 %IRI, 3.06 %PSIRI), Axiidae (0.13 %IRI, 0.89 %PSIRI), moluscos Nassariidae (4.35 %IRI, 4.62 %PSIRI), Naticidae (1.25 %IRI, 1.57 %PSIRI) y Tegulidae

(0.003 %IRI, 0.01 %PSIRI). En la Zona Sur también se observa una dieta similar a la dieta de la Zona Norte, allí destaca la familia Engraulidae (54.05 %IRI, 49.06 %PSIRI), Poliquetos n/i (20.19 %IRI, 19.49% PSIRI), Onuphidae (6.13 %IRI, 7.24 %PSIRI), Moluscos n/i (7.21 %IRI, 6.60% PSIRI), Braquiuros n/i (3.56 %IRI, 4.73 %PSIRI). En este caso se observa un mayor consumo de peces óseos y aparecieron crustáceos de la familia Calappidae (2.73 %IRI, 2.51 %PSIRI), Aethridae (0.59 %IRI, 1.87 %PSIRI) pero con menos diversidad de presas en comparación con la zona norte.

Figura 16

Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila chilena por clases de talla.

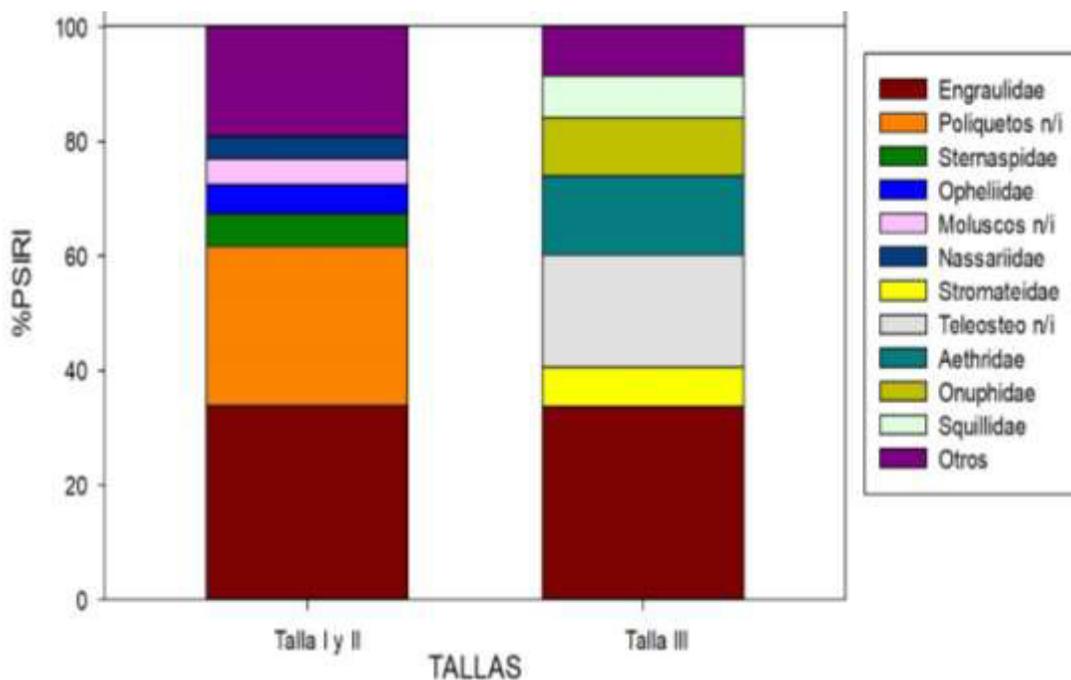
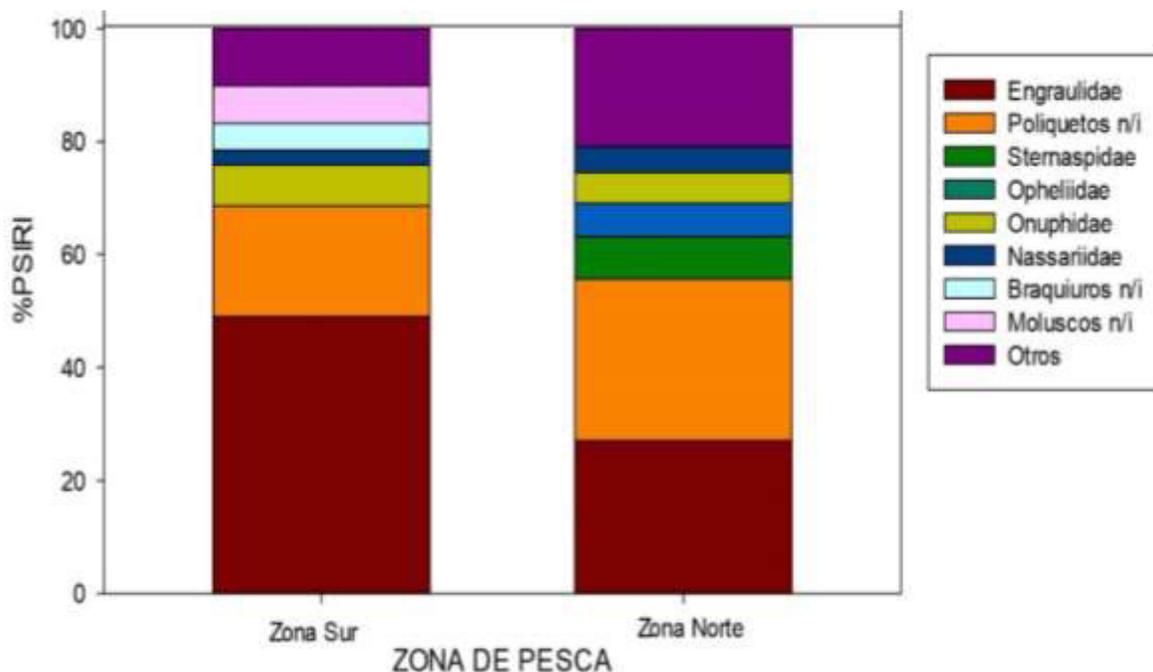


Figura 17

Porcentaje del Índice de Importancia Específica por Presa (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta por zona de pesca.

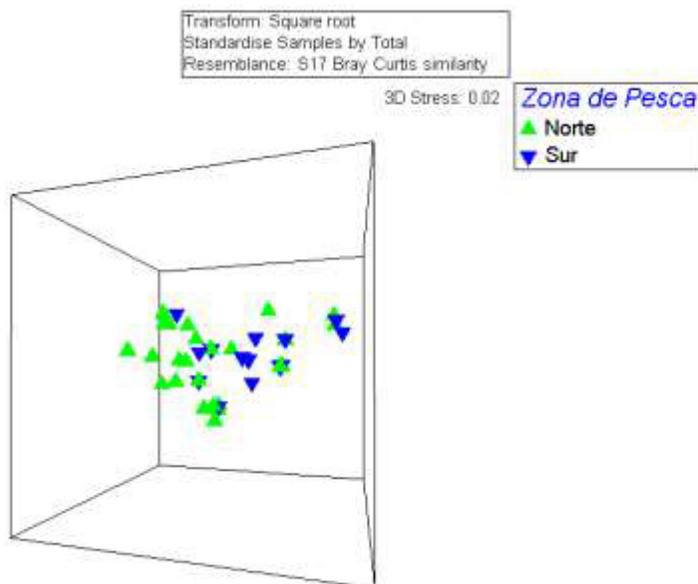


4.3.6. Análisis Mutivariado por Zonas de Pesca

Se identificó algunos patrones claros de disimilitud pero con cierto solapamiento visualmente (Figura 19) en la dieta de la raya águila chilena en la Zona Norte (n=64) y Zona Sur (n= 30). El ANOSIM no identificó diferencias significativas en la dieta de la raya águila chilena por estaciones ($R = -0.0$, $p = 0.628$). De igual manera, no se realizó el SIMPER para identificar la contribución de las familias presa que contribuyen a la disimilitud entre grupos de talla.

Figura 18

*Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de las zonas de pesca a partir de una matriz de abundancia de las familias presa de la dieta de *M. chilensis*.*

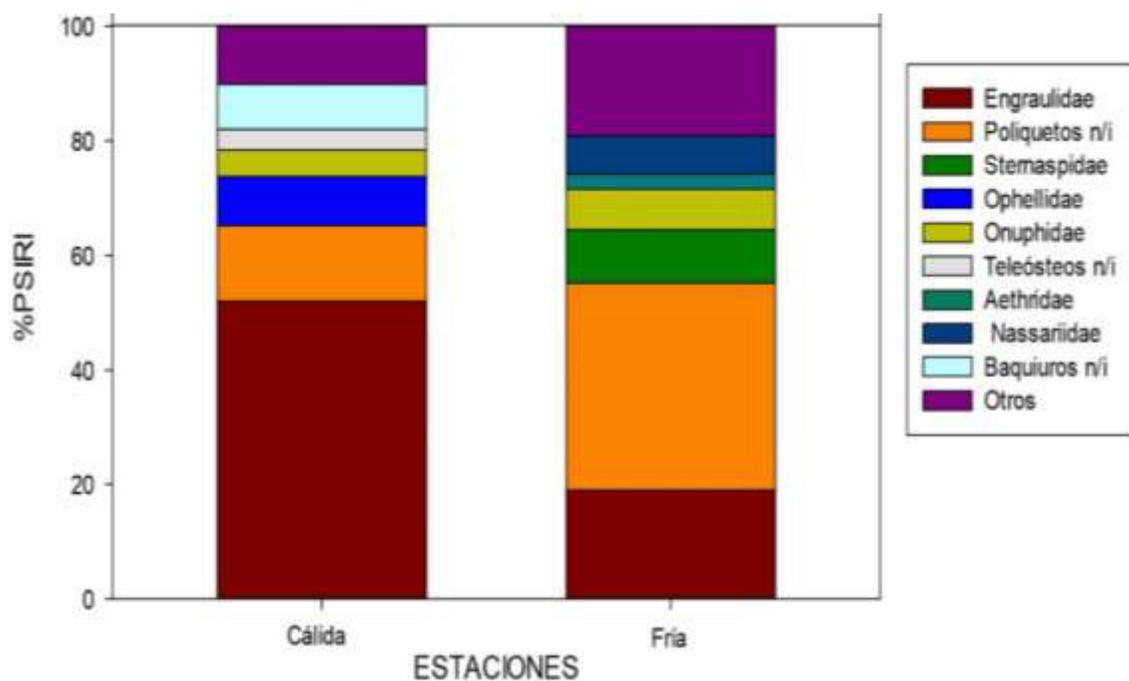


4.3.7. Espectro Trófico por Estaciones

Tras el análisis del método cuantitativo se identificaron diferencias marcadas entre estaciones. En la temporada cálida hubo mayor prevalencia de la familia Engraulidae (57.61 %IRI, 52.05 %PSIRI), Poliquetos n/i (12.59 %IRI, 13.18 %PSIRI), entre otros (Tabla 3 y Figura 20). En contraposición, la temporada fría presenta mayor consumo de Poliquetos n/i (39.33 %IRI, 36.08 %PSIRI), Engraulidae (19.69 %IRI, 19.04 %PSIRI), entre otras presas. Por otro lado, se encontraron patrones claros de asociación (Figura 21) que permitieron visualizar que existe diferencia entre la dieta de rayas águila en la estación cálida (n= 44) y fría (n=50).

Figura 19

Porcentaje del Índice de Importancia Específica (%PSIRI) de las familias presa identificadas en la dieta de la raya águila chilena por estación.

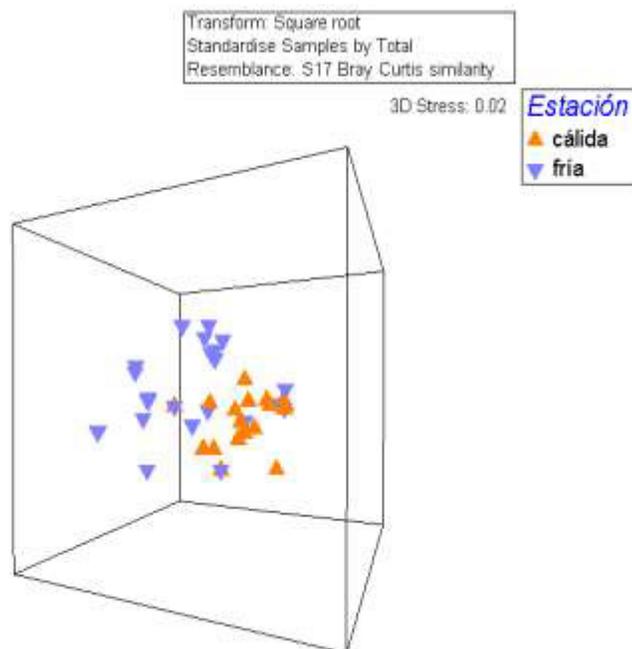


4.3.8. Análisis Multivariado por Estaciones

Se evaluó la similitud entre la dieta de la raya águila chilena por estaciones, el cual manifestó que existe diferencia entre la dieta de la estación cálida y fría, pero con cierto solapamiento entre la dieta de la raya águila chilena ($R= 0,14$, $p= 0,01$). Luego, se realizó el SIMPER para señalar la contribución de las familias presa a la disimilitud. Se observó que la familia Engraulidae aporta con un 33.44%, Poliquetos n/i 25.87%, Onuphidae 8.83%, Sternaspidae 7.71%, Opheliidae 6.67%, Nassariidae 6.43% y Aethridae 4.84% (Anexo F).

Figura 20

*Análisis 3D de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la variable estación a partir de una matriz de abundancia de las familias presa en la dieta de *M. chilensis*.*



V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de este estudio indican que la dieta de *M. chilensis* tiene un alto consumo de la familia presa Engraulidae, el cual estuvo compuesto solo por la anchoveta peruana *E. ringens*. De hecho, Molina-Salgado et al., (2021) y Segura-Cobeña, (2017) aseguran que el alto consumo de teleósteos pelágicos por parte *M. chilensis* puede estar relacionado al tamaño de las grandes rayas (Rosenberger, 2001). Asimismo, los Poliquetos (n/i y demás familias) fueron altamente importantes en la dieta de la raya águila chilena, lo cual refuerza un comportamiento bentopelágico como menciona García Yarihuamanán y Mantarí Gavilano (2021) y Segura-Cobeña (2017).

La anchoveta peruana generalmente se encuentra asociada a la superficie de la capa de agua (Espinoza, 2014). Sin embargo, Vélez et al., (1988) sostiene que durante los eventos del ENOS intensos (Ministerio de Salud del Perú [MINSA] et al., 1998) los peces demersales tienden a profundizarse anormalmente, ya que el contenido de oxígeno y temperatura del mar se ven afectados permitiendo que otras especies ocupen el espacio que dejaron, como sucede con *E. ringens*, la cual se desplaza hacia el fondo compartiendo hábitats con la fauna demersal (Castañeda, 1994). Por ejemplo, durante el otoño de 1991 la dieta de *M. chilensis* estuvo compuesta principalmente por crustáceos (58.7% FO), pero durante el ENOS ocurrido en el verano 1992, la composición fue alterada de crustáceos a peces (regularmente anguilas, sardinas y jurel) y apareció la anchoveta peruana debido a su búsqueda de temperaturas más frías (Castañeda, 1994). No obstante, Segura-Cobeña (2017) afirma que durante su estudio en la zona de Lambayeque el ENOS estuvo activo y se mantuvo con intensidad moderada, pero aun así las anchovetas siguieron siendo la principal especie presa de su estudio, similarmente a los resultados de la presente investigación. Solo con una diferencia, para este caso el ENOS se mantuvo inactivo (Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” [ENFEN], 2020, 2021a, 2021b, 2021c,

2021d, 2021e, 2021f, 2021g, 2021h, 2021i), lo cual podría indicar que tras el ENOS de intensidad 4 de 1982-1983 (MINSA et al., 1998) la estructura poblacional haya cambiado y desde entonces las anchovetas sean una presa común en la dieta de la raya águila chilena.

Por otra parte, la anchoveta peruana fue la presa común y con mayor importancia para todos los grupos de talla de *M. chilensis*, el cual estaría contribuyendo al crecimiento somático por su alto contenido en proteínas (IMARPE y Instituto Tecnológico Pesquero [ITP], 1996). Por consecuencia, estaría promoviendo el desarrollo del disco (unión de la cabeza y aleta de las rayas), el cual posee diferentes funcionalidades: maniobrabilidad, sustentación y empuje para el nado oscilatorio, excavación y detección de invertebrados bentónicos (Hall et al., 2018; Mulvany y Motta, 2013). Es decir, permite el desplazamiento de rayas grandes tanto a zonas pelágicas como bentónicas fácilmente para su alimentación en estas zonas (Rosenberger, 2001). Por otro lado, la distribución de la anchoveta está ampliamente relacionada a las condiciones ambientales y a la amplitud de la plataforma continental (Tsukayama, 1983). Es así que se observó un menor consumo de esta presa en la zona norte de este estudio, ya que es relativamente más angosto (Global Environment Facility [GEF] et al., 2002; Ñiquen et al., 2000) que la zona sur, a pesar que ambas zonas delimitadas en este estudio pertenecen a la misma zona de la plataforma continental de todo el Perú, sigue siendo longitudinalmente variable (GEF et al., 2002; Octavio-Morón, 2000).

Los Poliquetos n/i fueron identificados como el segundo ítem presa más relevante y el grupo taxonómico más importante, en el que se encuentran poliquetos de la familia Sternaspidae, Opheliidae, la subfamilia Onuphinae y *Diopatra* sp, organismos pertenecientes a la zona bentónica. Donde Samame et al., (1989) y los pescadores dedicados a la pesca de rayas águila que apoyaron a esta investigación mencionan la preferencia de estos individuos por zonas fangosas – arenosas fangosas, concordando ello con los resultados, como sucede con la familia Sternaspidae,

quienes se encuentran parcialmente enterrados preferentemente en fondos fangosos, incluso arenosos y con conchuelas (León-González et al., 2021). Ello es posible, ya que los rayas águila se encuentran asociados a fondos arenosos y rocosos (Samame et al., 1989).

Wourms, (1977) indica que hay una tendencia en la segregación de sexos entre elasmobranquios cuando alcanzan la madurez sexual, en excepción a la época reproductiva. Sin embargo, dado los resultados, solo 1 hembra y 1 macho fueron sexualmente maduros, por lo que no es posible corroborar alguna diferencia en la dieta de *M. chilensis* para esta variable. Asimismo, esto se reflejó en el análisis cuantitativo y multivariado con la rutina nMDS y ANOSIM, las cuales indicaron similitud en la dieta de machos y hembras. Respecto a la variable de tallas, los resultados indican una variación de dieta respecto al incremento de tamaño de los individuos, similar a lo que sucede con otros myliobátidos (Fernández Aguirre, 2018; Matern et al., 2000; Szczepanski y Bengtson, 2014). Este cambio pudo ser influenciado por diversos factores como cambios de las condiciones del hábitat, zonas de hábitat de los depredadores e incluso la dureza y tamaño de las presas (Grubbs, 2010). En este caso, las rayas más pequeñas (Talla I y II) fueron numerosamente superior a las rayas más grandes (Talla III) en las dos estaciones del año. Asimismo, similarmente ello ocurrió en las investigaciones de García Yarihuamanán y Mantarí Gavilano (2021) y Segura-Cobeña (2017), por lo que se sugiere en próximas investigaciones obtener muestras de individuos más grandes para corroborar diferencias entre tallas y de esta forma dar resultados más concretos.

Por otro lado, los myliobátidos son considerados durófagos (Aschliman, 2014; Rutledge et al., 2019) como las rayas águila con su mandíbula en pavimento (Sáez y Lamilla, 2012) son capaces de destruir caparzones, conchas, entre otros. Rutledge et al., (2019) en Brasil observa que *Potamotrygon leopoldi* una raya myliobatiforme de agua continental, los neonatos o juveniles tienen una mandíbula menos calcificada que la de los adultos, alimentándose de presas menos

duras en sus inicios de vida. Para este estudio, las rayas pequeñas se alimentaron principalmente de poliquetos y moluscos, en contraste con las rayas más grandes consumieron presas con caparazones más duros, tales como cangrejos y estomatópodos. A diferencia de Segura-Cobeña (2017) las anchovetas siempre estuvieron presentes en todas las tallas y no fueron ausentándose en las tallas más grandes, al contrario, hubo mayor presencia de peces.

Por otro lado, las rayas águila chilena de la zona norte y sur según la rutina nMDS, demostró espacialmente cierta similitud pero también algunas diferencias (Figura 16) por presas en común como poliquetos, engraulidos y algunos moluscos. En el método cuantitativo la zona sur a pesar de tener pocas muestras en comparación con la zona norte, presentó un mayor consumo de la familia Engraulidae y disminución de poliquetos en su dieta a diferencia de la zona norte. Las rayas de la zona norte fueron capturadas frente a las costas del departamento de Piura y alrededores de Islas Lobos de Tierra, donde se describieron sustratos duros compuestos de piedras y rocas, y sustratos blandos de arena fina, media y fango (De la Cruz et al., 2019). De acuerdo al mapa de sedimentos de Islas Lobos de tierra y del margen continental peruano (Anexo G-H), se observó una zona fangosa extendiéndose por el norte de la Isla y llegando hasta la costa (Delgado et al., 1987; Ramírez et al., 2019). Las rayas capturadas en esa zona se alimentaron de poliquetos de la familia Sternaspidae, Ophellidae, Onuphidae (Anexo I, J, L) y principalmente de Poliquetos n/i. (León-González et al., 2021) sostiene que los ofélidos, esternáspidos son especies que suelen encontrarse en sedimentos arenosos o fangosos, similar a los onúfidios que pueden ubicarse en fondos de distintas composiciones.

Respecto a la variable de estacionalidad, tanto en el análisis cuantitativo y la prueba ANOSIM se observó una diferencia significativa en la dieta de *M. chilensis* entre la estación cálida y fría (Figura 14 -15), donde los las presas que contribuyeron a esta disimilitud fueron peces de la

familia Engraulidae (34.44%) y poliquetos n/i (25.87%) principalmente. La abundancia de anchovetas peruanas tiene un patrón estacional (Bertrand et al., 2008), con preferencias por Aguas Costeras Frías (ACF) de temperaturas 14°-18°C y con alto contenido de nutrientes (Bouchon et al., 2019). Los resultados indican que durante la temporada cálida hubo un aumento en el consumo de anchovetas y esto es posible porque el ENOS al ser un fenómeno natural, de igual manera provoca que las anchovetas alcancen una mayor profundidad en busca de aguas frías (Castañeda, 1994). Esto permite que sea una presa disponible para los individuos inmaduros de *M. chilensis*, que se encuentran en la zona más bentónica alimentándose de poliquetos. Similarmente esto sucede en el estudio de Segura-Cobeña (2017), donde los individuos inmaduros se alimentaron principalmente de anchovetas en la temporada de verano (enero-marzo).

Mientras tanto, en la temporada fría *M. chilensis* desplegó un comportamiento bentónico y no tan pelágico como en la temporada cálida, alimentándose principalmente de poliquetos como ocurre en el centro y norte del Perú (Castañeda, 1994; García-Yarihuamanán y Mantarí-Gavilano, 2021; Gonzalez-Pestana et al., 2021a; Gonzalez-Pestana et al., 2021b; Silva-Garay et al., 2018; Torres Mora, 1978). Si bien es cierto hubo consumo de anchovetas, esta se redujo porque en esta temporada prefieren encontrarse en la parte superficial de la columna de agua (Espinoza, 2014) y al tener rayas de talla pequeña, el desarrollo de sus aletas dorsales no le permite explorar zonas pelágicas, optando por presas más pequeñas y disponibles en el bentos.

Cabe recalcar que esta investigación describió el 93.3% de la dieta de *M. chilensis* a diferencia de Segura-Cobeña (2017) describe el 77.5% de la dieta de la raya águila chilena en la caleta de San José, el mismo lugar de estudio de esta investigación. No obstante, cabe recalcar que las muestras obtenidas para este trabajo fueron colectadas frente a Piura y Lambayeque, mientras Segura-Cobeña (2017) obtuvo muestras solo de las costas de Lambayeque. Sin embargo, la

composición de la dieta es similar en cuanto a una presa en particular, la anchoveta peruana *E. ringens*.

Finalmente, se concluye que la dieta de la raya águila chilena es una especie especialista con hábitos bentopelágicos durante el desarrollo de su vida, reafirmando lo descrito por García-Yarihuamanán y Mantarí-Gavilano (2021), Gonzalez-Pestana et al., (2021a); Gonzalez-Pestana et al., (2021b); Segura-Cobeña (2017); Silva-Garay et al., (2018) y Castañeda (1994). Es un consumidor secundario dado que obtuvo un $NT = 3.74$, menor al nivel trófico obtenido por Segura-Cobeña (2017) ($NT = 4.10$) debido al alto consumo de poliquetos, otros invertebrados como moluscos y estomatópodos (Anexo J). Además, hubo una diferencia con las rayas águila chilena del sur, puesto que presentaron un mayor nivel trófico por el alto consumo de anchoveta (García Yarihuamanán y Mantarí Gavilano, 2021). Cabe recalcar que *M. chilensis* es un depredador importante en los ecosistemas marinos peruanos, considerado un bioperturbador que permite el transporte de nutrientes en la columna de agua (Gonzalez-Pestana et al., 2021a), por lo tanto, la información generada en esta investigación puede aportar a un planteamiento de manejo de pesquería de esta especie para su conservación y sostenibilidad.

VI. CONCLUSIONES

- a.** La dieta de la raya águila chilena estuvo compuesta principalmente por anchoveta (*Engraulis ringens*) y poliquetos (Poliquetos n/i, Onuphidae, Sternaspidae), además de moluscos de la familia Nassariidae. Se identificó un total de 14 familias.
- b.** La anchoveta peruana representó el 36.45 %IRI - 33.88 %PSIRI y los poliquetos n/i 27.62 %IRI- 25.79 %PSIRI en la dieta *M. chilensis*. Por ello, la raya águila chilena fue considerada una especie bentopelágica.
- c.** Se evidenció un cambio en la dieta de *M. chilensis* respecto a la variable estacionalidad ($R = -0.14$, $p = 0.01$) de *M. chilensis*.
- d.** La raya águila fue caracterizada como una especie con dieta especializada ($B_i = 0.21$) y es un consumidor secundario ($NT = 3.74$).

VII. RECOMENDACIONES

- a. Promover el seguimiento y monitoreo de desembarques de rayas águila para determinar zonas de crianza, como posiblemente suceda en las costas de Lambayeque y Piura, por su importancia ecológica y económica, para un mejor manejo pesquero y equilibrio ecosistémico.
- b. Considerar las características morfológicas para la identificación de las especies presas. Asimismo, realizar la curva acumulativa de presas en una misma categoría taxonómica y de esa forma estimar de manera correcta la representatividad de la dieta de la especie.
- c. Considerar tener un número de muestras similares por tallas de rayas, con el fin de evaluar con mejor eficacia la variabilidad de la dieta conforme el crecimiento.
- d. Seguimiento del movimiento vertical y longitudinal de *M. chilensis* durante todo el año, para determinar diferencias en distintas temporadas.
- e. Considerar datos como Temperatura Superficial del Mar (TSM), tipo de sedimentos en zonas de pesca y características de la coloración del mar, ya que los pescadores afirman encontrar a *M. chilensis* en zonas fangosas.
- f. Promover estudios de genética y morfología geométrica de rayas águila para su correcta identificación.
- g. Evaluar el impacto de Eventos del Niño anómalo sobre la dieta, distribución y abundancia de la raya águila chilena.
- h. Considerar el efecto de la pesquería artesanal, pequeña y gran escala de anchovetas frente a la subsistencia de *M. chilensis*.

VIII. REFERENCIAS

- Acuña-Perales, N., Córdova-Zavaleta, F., Alfaro-Shigueto, J., y Mangel, J. C. (2021). First records of the megamouth shark *Megachasma pelagios* (Taylor, Compagno y Struhsaker, 1983) as bycatch in Peruvian small-scale net fisheries. *Marine Biodiversity Records*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s41200-020-00198-x>
- Aguirre G. (2009). Edad y crecimiento de la raya gavilán *Myliobatis californica* en la parte norte del Golfo de California. Tesis para optar por el título de Maestro en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).
- Aschliman, N. C. (2014). Interrelationships of the durophagous stingrays (Batoidea: Myliobatidae). *Environmental Biology of Fishes*, 97(9), 967–979. <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0261-8>
- Barria, C. (2017). *Ecología trófica de tiburones y rayas en ecosistemas explotados del Mediterraneo noroccidental*. Universitat de Barcelona.
- Barría, C., Colmenero, A. I., y Ciències, I. De. (2019). La pesca de tiburones y rayas en el noroeste del Mediterráneo , una situación compleja. *Derecho Animal. Forum of Animal Law Studies*, 10, 105–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/da.468>
- Bearhop, S., Adams, C. E., Waldron, S., Fuller, R. A., y Macleod, H. (2004). Determining trophic niche width : a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology*, 73, 1007–1012.
- Bertrand, S., Díaz, E., y Lengaigne, M. (2008). Patterns in the spatial distribution of Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) revealed by spatially explicit fishing data. *Progress in*

Oceanography, 79(2–4), 379–389. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.009>

Bizzarro, J. J., Carlisle, A. B., Smith, W. D., y Cortés, E. (2017). Diet Composition and Trophic Ecology of Northeast Pacific Ocean Sharks. In *Advances in Marine Biology* (Vol. 77, pp. 111–148). <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2017.06.001>

Bizzarro, J. J., Robinson, H. J., Rinewalt, C. S., y Ebert, D. A. (2007). Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. *Environmental Biology of Fishes*, 80(2–3), 197–220. <https://doi.org/10.1007/s10641-007-9241-6>

Bloom, S. A. (1981). Similarity Indices in Community Studies : Potential Pitfalls. *Marine Ecology Progress Series*, 5, 125–128.

Bonfil, R., y Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (s.f.). *Overview of world elasmobranch fisheries*. 119.

Bouchon, M., Peña, C., Roman, G., y Limache, J. (2019). Cambios en la distribución de la anchoveta durante Eventos El Niño extraordinarios (1982-83 y 1997-98) y El Niño Costero 2017. *Divulgación Científica*, 6, 5–9.

Brown, S. C., Bizzarro, J. J., Cailliet, G. M., y 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. <https://doi.org/10.1007/s10641-011-9959-z>

Bustamante, C., Vargas-Caro, C., y Bennett, M. B. (2014). Biogeographic patterns in the cartilaginous fauna (Pisces: Elasmobranchii and Holocephali) in the southeast Pacific Ocean. In *PeerJ*. <https://doi.org/10.7717/peerj.416>

- Cailliet, G. M. (2015). Perspectives on elasmobranch life-history studies: A focus on age validation and relevance to fishery management. *Journal of Fish Biology*, 87(6), 1271–1292. <https://doi.org/10.1111/jfb.12829>
- Campana, S.E. (2004). *Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. Ottawa, Ontario, NRC Research Press, 284 p.
- Castañeda, J. (1994). La pesquería artesanal y Biología-Pesquería de especies de importancia económica en caleta San Jose, Lambayeque-Peru (Febrero 1991 - Setiembre 1992). Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).
- Centro Desarrollo y Pesca Sustentable (CeDePesca). (s.f.). *Peruvian Anchovy (Indirect Human Consumption)*. Retrieved November 5, 2021, from <https://cedepesca.net/proyectos/peruvian-anchovy-indirect-human-consumption/>
- Chirichigno, N. (1974). Clave para identificar los peces marinos del Perú. In *Segunda Edición* (Vol. 44, p. 500). Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- Chirichigno, N., y Vélez, J. (1998). *Clave para identificar los peces marinos del Perú* (p. 500). Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- Clarke, K. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18(1), 117–143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>
- Clarke, K. R., y Gorley, R. N. (2015). Getting started with PRIMER v7. In *Primer-E* (Issue 1, p. 20). www.primer-e.com
- Clarke, K. R., Somerfield, P. J., y Gorley, R. N. (2008). Testing of null hypotheses in exploratory

community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1–2), 56–69.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.009>

Colwell, R. K. (2006). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples (software and user's guide). *Versión 8.0, Versión 8.*, URL:
<http://purl.oclc.org/estimates/>.

Colwell, R. K. (2014). *Robert K. Colwell Academic Website - EstimateS*.
<https://www.robertkcolwell.org/pages/estimates>

Colwell, R. K., y Elsensohn, J. E. (2014). *EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation*.
<https://doi.org/10.1111/ecog.00814>

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”(ENFEN). (2021). *INFORME TÉCNICO ENFEN ABRIL DE 2021*.

Comisión Muultisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”(ENFEN). (2021). *INFORME TÉCNICO ENFEN MARZO DE 2021*.

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2020). *INFORME TÉCNICO ENFEN DICIEMBRE DE 2020*.

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021a). *INFORME TÉCNICO ENFEN DICIEMBRE DE 2021*.

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021b). *INFORME TÉCNICO ENFEN ENERO DE 2021.*

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021c). *INFORME TÉCNICO ENFEN FEBRERO DE 2021.*

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021d). *INFORME TÉCNICO ENFEN JULIO DE 2021.*

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021e). *INFORME TÉCNICO ENFEN JUNIO DE 2021.*

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021f). *INFORME TÉCNICO ENFEN MAYO DE 2021.*

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021g). *INFORME TÉCNICO ENFEN NOVIEMBRE DE 2021.*

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN). C. M. encargada del E. N. del F. "El N. (2021h). *INFORME TÉCNICO ENFEN OCTUBRE DE 2021.*

Comisión Nacional del Agua (CNA). (2004). *Guía para la colecta, manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua.*

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/229011.pdf>

Córdova-Zavaleta, C., Alfaro-Shigueto, A., Mangel, J. C., Perales-Acuña, N., Coasaca-Céspedes, J., Pestana-Gonzalez, A., Alfaro-Córdova, E., Jimenez, A., Benites, D., y Espinoza, M. (2014). La pesquería artesanal de elasmobranquios en la zona norte del Perú, caso redes de cortina. *Libro de Resúmenes V Encuentro Colombiano Sobre Condrictios (2016 - Bogotá), October, 2014.*

Cornejo, R., Vélez-Zuazo, X., Gonzalez-Pestana, A., Carlos Kouri, J., y Mucientes, G. (2015). An updated checklist of Chondrichthyes from the southeast Pacific off Peru. *Check List, 11(6)*. <https://doi.org/10.15560/11.6.1809>

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. <https://doi.org/10.1139/cjfas-54-3-726>

De la Cruz, J., Galán, J., Castañeda, J., Ramirez, P., y Castro, J. (2019). *Pesquería Artesanal De Lambayeque Durante 2015.*

Delgado, C., Gomero, R., y Salzwedel, H. (1987). *Sedimentos superficiales del margen continental peruano: Un mapa textural.* <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/198/191>

Dexter, E., Rollwagen-Bollens, G., y Bollens, S. M. (2018). The trouble with stress: A flexible method for the evaluation of nonmetric multidimensional scaling. *Limnology and Oceanography: Methods, 16(7)*, 434–443. <https://doi.org/10.1002/lom3.10257>

Domínguez, N., Quispe, J. y Vásquez, L. (2011). Principales corrientes marinas frente a la costa

peruana durante el 2008-2009. *Boletín IMARPE*, 1–2, 39–48.
http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/2159/Bol_vol_26-5.pdf?sequence=1

Dulvy, N., Acuña, E., Bustamante, C., Herman, K., y Velez-Zuazo, X. (2020). *Myliobatis chilensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60123A124441181*.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T60123A124441181.en>

Copyright:

Dulvy, N. K., Acuña, E., Bustamante, C., Herman, K., y Velez-Zuazo, X. (2020). *Myliobatis peruvianus*, *Peruvian Eagle Ray*. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T60126A124441708.en>.

Dulvy, N. K., Fowler, S. L., Musick, J. A., Cavanagh, R. D., Kyne, P. M., Harrison, L. R., Carlson, J. K., Davidson, L. N., Fordham, S. V, Francis, M. P., Pollock, C. M., Simpfendorfer, C. A., Burgess, G. H., Carpenter, K. E., Compagno, L. J., Ebert, D. A., Gibson, C., Heupel, M. R., Livingstone, S. R., J. D. Stevens, S. Valenti, y W. T. White. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *ELife*, 3, 1–34.
<https://doi.org/10.7554/elife.00590>

Ebert, D. A., Alfaro-Shigueto, J., Velez-Zuazo, X., Pajuelo, M., y Mangel, J. C. (2022). *Bathyraja chapmani* n . sp ., a new deep-sea skate (*Rajiformes* : *Arhynchobatidae*) from the Southeast Pacific Ocean. 35(September), 23–35. <https://10.5281/zenodo.7108880>

Ebert, D. A., y Bizzarro, J. J. (2007). Standardized diet compositions and trophic levels of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environmental Biology of Fishes*, 80(2–3), 221–237.
<https://doi.org/10.1007/s10641-007-9227-4>

- Ebert, D. A., y Stehmann, M. F. W. (2013). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 7 SHARKS, BATOIDS AND CHIMAERAS OF THE NORTH ATLANTIC. In *FAO Species Catalogue for Fishery Purpouses No. 7* (Issue 7). <http://www.fao.org/docrep/017/i3178e/i3178e.pdf>
- Elton, C. (1927). *The Ecology of Animals*. New York: Wiley
- Espinosa, C. I. (2022). *Similitud de Comunidades biológicas*. <https://ciespinosa.github.io/Similitud/index.html>
- Espinoza, M., Clarke, T. M., Villalobos-Rojas, F., y 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. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03410.x>
- Espinoza, P. (2014). *Trophic dynamics in the northern Humboldt Current system: insights from stable isotopes and stomach contents*. 159.
- Fauchald, K. (1977). "The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera". Natural History Museum of Los Angeles County, *Science Series* 28:1-19.
- Fernández Aguirre, E. (2018). *Ecología trófica de la raya murcielago *Myliobatis californica* (Gill, 1865) durante 2012-2016 en Bahía Tortugas, B. C. S., México*. [Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (IPN -CICIMAR)]. <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/25990/1/fernandezagui.pdf>
- Ferry, L. A., y Cailliet, G. M. (1996). Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly? *Physiology Section of the American Fisheries Society*, January, 71–

80.

Figueroa, J. (2019). *Visibilización del rol de la mujer en la pesca artesanal y en la gestión participativa de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras. December 2019.*

Freón, P., Barage, M., y Arístegui, J. (2009). Progress in Oceanography Eastern Boundary Upwelling Ecosystems : Integrative and comparative approaches. *Progress in Oceanography*, 83, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.08.001>

Froese, R., y Pauly, D. (s.f.). *Fish Identification*. Retrieved December 3, 2021, from <https://www.fishbase.se/identification/SpeciesList.php?class=Elasmobranchii&order=&familycode=&subfamily=&genus=&areacode=&depth=&spines=&fins=&TL=&BD=&resultPage=1&sortby=species>

Galván-Magaña, F., Nienhuis, H.J., y Klimley, A.P. (1989). Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. *Calif. Fish Game* 75, 74–84.

García-Godos, I. (2001). Patrones morfológicos del otolito *Sagitta* de algunos peces óseos del mar peruano. *Bol. Inst. Mar Perú* Vol. 20 (1-2) 2001.

García-Yarihuamanán, L. R., y Mantarí-Gavilano, P. J. (2021). *Hábitos alimentario de los batoideos de importancia comercial de Pisco - Ica, Mayo -Septiembre 2019*. Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

Garvey, J. E., y Whiles, M. R. (2017). *Trophic ecology*.

Global Environment Facility (GEF por sus siglas en inglés), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), y Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). (2002). *Manejo Integrado Gran Ecosistema Marino de la*

Corriente de Humboldt.

- Gerking, S. D. (1994). Trophic Levels and Optimal Foraging Theory. In *Feeding Ecology of Fish* (pp. 3–13). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-280780-0.50006-2>
- Goicochea, C., y Arrieta, S. (2008). Variaciones en el crecimiento de la anchoveta peruana expresadas en los radios de los otolitos. *Inf. Prog. Inst. Mar Peru* 35(3): 241-244.
- Gonzalez-Pestana¹, A., Kouri J., C., y Velez-Zuazo, X. (2016). Shark fisheries in the Southeast Pacific: A 61-year analysis from Peru [version 2; referees: 2 approved with reservations]. *F1000Research*, 3(164). <https://doi.org/10.12688/F1000RESEARCH.4412.2>
- Gonzalez-Pestana, A., Mangel, J. C. J. C., Alfaro-Córdova, E., Acuña-Perales, N., Córdova-Zavaleta, F., Segura-Cobeña, E., Benites, D., Espinoza, M., Coasaca-Céspedes, J., Jiménez, A., Pingo, S., Moscoso, V., Alfaro-Shigueto, J., Espinoza, P., Sánchez, F., Marí, N. R., Bernardele, J. C., Biológicas, F. D. E. C., Gavilano, B. M., ... Mangel, J. C. (2021a). Diet, trophic interactions and possible ecological role of commercial sharks and batoids in northern Peruvian waters. *Journal of Fish Biology*, 98(3), 768–783. <https://doi.org/10.1111/jfb.14624>
- Gonzalez-Pestana, A., Silva-Garay, L., Quiñones, J., Mayaute, L., Manrique, M., Segura-Cobeña, E., Espinoza, P., Moscoso, V., Vélez-Zuazo, X., Alfaro-Shigueto, J., y Mangel, J. C. (2021b). Geographic and ontogenetic variation in the diet of two commonly exploited batoids (Chilean eagle ray and Pacific guitarfish) off Peru: evidence of trophic plasticity. *Environmental Biology of Fishes*, 104(12), 1525-1540. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01157-w>
- Gonzalez-Pestana, A. ., Velez-Zuazo, X. ., Alfaro-Shigueto, J., y Mangel, J. C. (2023). Batoid

- fishery in Peru (1950-2015): Magnitude, management and data needs. *Revista De Biología Marina Y Oceanografía*, 57(Especial), 217–233.
<https://doi.org/10.22370/rbmo.2022.57.Especial.3729>.
- Guevara-Carrasco, R., y Soto, W. M. (2017). Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú Atlas de la pesca artesanal del mar del Perú. *Pesca*, 185.
<https://hdl.handle.net/20.500.12958/3167%0Ahttps://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3167>
- Hall, K. C., Hundt, P. J., Swenson, J. D., Summers, A. P., y Crow, K. D. (2018). The evolution of underwater flight: The redistribution of pectoral fin rays, in manta rays and their relatives (Myliobatidae). *Journal of Morphology*, 279(8), 1155–1170.
<https://doi.org/10.1002/jmor.20837>
- Hernandez-Garcia, V. (1995). The diet of the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, in the central east Atlantic, with emphasis on the role of cephalopods. *Fishery Bulletin*, 93(2), 403–411.
- Hoffman, M. (1979). The use of Pielou's method to determine sample size in food studies. In S. Washington Sea Grant Publication (Ed.). In Gutshop'78, Fish food habits studies, Proceedings of the second Pacific northwest technical workshop. (pp. 56–61).
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Fish Biol.*, 44(2), 429–438. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572009000200016>
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y Instituto Tecnológico Pesquero (ITP). (1996). *Compendio Biológico Tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú* (p.

146). <https://repositorio.imarpe.gob.pe/simple-search?query=Compendio+Biológico+Tecnológico+de+las+Principales+Especies+Hidrobiológicas+comerciales+del+Perú>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Compendio Estadístico Lambayeque 2017*.

ITIS (Integrated Taxonomic Information System). (2022). *Myliobatis chilensis*. (En línea). Consultado 25 jul. 2022. Disponible en <http://www.itis.gov/>

Jiménez-Valverde, A., y 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(31), 151–161. [https://doi.org/10.1016/S0300-9629\(76\)80010-2](https://doi.org/10.1016/S0300-9629(76)80010-2)

Jiménez Urbina, Y. M., y Muñoz Vega, K. C. (2018). *Propuesta de una Ruta Gastronómica, en los Principales Restaurantes de la Ciudad de Lambayeque, 2018*. UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.

Kelez, S., Napuri, R. M., Pfennig, A. M., Martínez, O. C., y Carrasco, A. T. (2020). First reports of Megamouth Shark, *Megachasma pelagios* Taylor, Compagno & Struhsaker, 1983 (Lamniformes, Megachasmidae), in Peru. *Check List* 16(5): 1361-1367, 16(5), 1361–1367. <https://doi.org/10.15560/16.5.1361>

Lamilla, J., y Saez, S. (2003). Clave taxonomica para rayas chilenas. *Investigaciones Marinas*, 31, 3–16. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71782003000200001

Last, P., White, W., de Carvalho, M., Séret, B., Stehmann, M., y Naylor, G. (2016). *Rays of the world* (P. Last, W. White, M. de Carvalho, B. Séret, M. Stehmann, G. Naylor, y L. Marshall

(eds.); First Edit). Comstock Publishing Associates.

- Layman, C. A., Araujo, M. S., Boucek, R., Hammerschlag-Peyer, C. M., Harrison, E., Jud, Z. R., Matich, P., Rosenblatt, A. E., Vaudo, J. J., Yeager, L. A., Post, D. M., y Bearhop, S. (2012). Applying stable isotopes to examine food-web structure: An overview of analytical tools. *Biological Reviews*, 87(3), 545–562. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00208.x>
- León-González, J. A., Bastida-Zavala, J. R., Carrera-Parra, L. F., García-Garza, M. E., Salazar-Vallejo, S. I., Solis-Weiss, V., y Tovar-Hernández, M. A. (2021). *Anélidos Marinos de México y América Tropical* (Primera Ed).
- Matern, S. A., Cech, J. J., y Hopkins, T. E. (2000). Diel movements of bat rays, *Myliobatis californica*, in Tomales Bay, California: Evidence for behavioral thermoregulation? *Environmental Biology of Fishes*, 58(2), 173–182. <https://doi.org/10.1023/A:1007625212099>
- McCune, G. (2002). *Ajustes de datos: transformación de datos* (p. 23).
- Ministerio de Salud del Perú (MINSa), Oficina de Defensa Nacional (ODN), y Organización Panamericana de la Salud (OPS). (1998). El Fenómeno El Niño 1997-1998 en Perú. In *Perú* (p. 58).
- Molina-Salgado, P., Alfaro-Shigueto, J., y Gonzalez-Pestana, A. (2021). Diet of the rasptail skate, rostroraja velezi (Rajiformes: Rajidae), off piura, peru. *Ciencias Marinas*, 47(2), 127–138. <https://doi.org/10.7773/cm.v47i2.3132>
- Molina, J. M., y Lopez, C. A. (2015). Biology of *Myliobatis goodei* (Springer, 1939), a widely distributed eagle ray, caught in northern Patagonia. *Journal of Sea Research*, 95, 106–114. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.09.006>

Montes-Iturrizaga, D. (2018). Guía para la Identificación de Gasterópodos y Bivalvos marinos del Perú. Universidad Científica del Sur. Lima-Perú. ISBN: 9786124276088.

Mulvany, S., y Motta, P. J. (2013). The morphology of the cephalic lobes and anterior pectoral fins in six species of batoids. *Journal of Morphology*, 274(9), 1070–1083.
<https://doi.org/10.1002/jmor.20163>

Municipalidad de Lambayeque. (2022). *Lambayeque*.

Nelson, J. S., Grande, T. C., y Wilson, M. V. H. (2016). *Fish of the World* (Fifth edit). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Ñiquen Carranza, M., Bouchon Corrales, M., Cahuín Villanueva, S., y Díaz Acuña, E. (2000). Pesquería de anchoveta en el mar peruano, 1950-1999. In *Boletín del Instituto del Mar del Perú* (Vol. 19, pp. 117–123).
<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1003>

Noy-Meir, I., Walker, D., y Williams, W. . (1975). Data Transformations in Ecological Ordination: II. On the Meaning of Data Standardization. *Journal of Ecology*, 63(3), 779–800.
<https://doi.org/10.1002/9780470057339.vab033.pub2>

Octavio-Morón, A. (2000). Características del ambiente marino frente a la costa peruana. *Boletín Del Instituto Del Mar Del Perú*.

Odum, E. P. (2016). Fundamentals of Ecology. *Wiley on Behalf of Nordic Society Oikos*, 52(1), 3–18.

Olivares-Rodríguez, E. A. (2015). Contenido estomacal e isótopos estables de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$) del bufeo (*Tursiops truncatus*) en las costas de Yucatán. *August 2020*, 80.

- Oré-Villalba, D.O. (2017). Catálogo fotográfico de otolitos de peces marinos y dulceacuícolas del Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú*. 32 (2), 136–213.
- Petta, J. C., Shipley, O. N., Wintner, S. P., Cliff, G., Dicken, M. L., y Hussey, N. E. (2020). Are you really what you eat? Stomach content analysis and stable isotope ratios do not uniformly estimate dietary niche characteristics in three marine predators. *Oecologia*, 192(4), 1111–1126. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04628-6>
- Pinkas, L., Oliphant, M. S., y Iverson, I. L. . (1971). *Food Habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito In California Waters*. <https://escholarship.org/uc/item/737485ms>
- Ministerio de la Producción (PRODUCE). (2014). Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenamiento de Tiburones, Rayas y Especies Afines en el Perú (PAN TIBURÓN - PERÚ). In *Nº 002-2014-Produse* (p. 46).
- Ramírez, D., Cruz, y De La Torres, J. (2019). Biodiversidad en la isla Lobos de Tierra, Región Lambayeque, setiembre 2015. *Inf Inst Mar Peru*, 46(3), 341–359.
- Reichle, D. E. (2020). Food chains and trophic level transfers. In *The Global Carbon Cycle and Climate Change* (pp. 95–117). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820244-9.00007-X>
- Roberts, D. W. (2020). Comparison of distance-based and model-based ordinations. *Ecology*, 101(1), 1–35. <https://doi.org/10.1002/ecy.2908>
- Rosenberger, L. J. (2001). Pectoral fin locomotion in batoid fishes: Undilation versus oscillation. *The Journal of Experimental Biology*, 394, 379–394.
- Rutledge, K. M., Summers, A. P., y Kolmann, M. A. (2019). Killing them softly: Ontogeny of jaw

- mechanics and stiffness in mollusk-feeding freshwater stingrays. *Journal of Morphology*, 280(6), 796–808. <https://doi.org/10.1002/jmor.20984>
- Sabo, J. L., y Gerber, L. R. (2021). Trophic ecology. *Access Science*. <https://doi.org/10.1036/1097-8542.711650>
- Sáez, S., y Lamilla, J. (2012). Claves taxonómicas para el reconocimiento dentario en taxa del superorden Rajomorphii de Chile (Chondrichthyes, Batoidea). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(2), 282–291. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-4>
- Samame, M., Castillo, J., y Espino, M. (1989). El tollo un recurso demersal. Algunos aspectos de *Mustelus whitneyi* Ch. *Rev. Pacífico Sur*.
- Santamaría, J., Carbajal-Enzian, P., Clemente, S., Aleman, S., y Ordinola, E. (2018). Guía Ilustrada Para Reconocimiento De Langostinos Y Otros Crustáceos Con Valor Comercial En El Perú. 19.
- Segura-Cobeña, E. (2017). *Universidad Científica del Sur Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Universidad Científica del Sur (UCSUR).
- Sherman, C. S., Heupel, M. R., Moore, S. K., Chin, A., y Simpfendorfer, C. A. (2020). When sharks are away, rays will play: effects of top predator removal in coral reef ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 641, 145–157. <https://doi.org/10.3354/MEPS13307>
- Silva-Garay, L., Pacheco, A. S., y Vélez-Zuazo, X. (2018). First assessment of the diet composition and trophic level of an assemblage of poorly known chondrichthyans off the central coast of Peru. *Environmental Biology of Fishes*, 101(10), 1525–1536.

<https://doi.org/10.1007/s10641-018-0797-0>

Silva, V., Morales, R., y Nava, M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*, 16(2), 13–16.

Smith, M. T., y Smith, R. L. (2015). Element of Ecology. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (9th ed.).

Smith, T. M., y Smith, R. L. (2007). Ecology. In 6 ta edición (Ed.), *Ecología*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41714-6_90677

Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., y 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. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0724>

Szczepanski, J. A., y Bengtson, D. A. (2014). Quantitative food habits of the bullnose ray, *Myliobatis freminvillii*, in Delaware Bay. *Environmental Biology of Fishes*, 97(9), 981–997. <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0282-3>

Torres Mora, A. O. (1978). *Biología y pesquería de Myliobatis chilensis, P. y Myliobatis peruvianus, G. “Raya águila”, Caleta San José; Junio 1976 - Marzo 1977”*.

Tsukayama I. (1983). Recursos pelágicos y sus pesquerías en Perú. *Revista Comisión Permanente del Pacífico Sur*, 13: 25–63.

Valadez-González, C., Aguilar-Palomino, B., y Hernández-Vázquez, S. (2001). Hábitos alimentarios de la raya *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) (Chondrichthyes; urolophidae) capturada en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*, 27(1), 91–104.

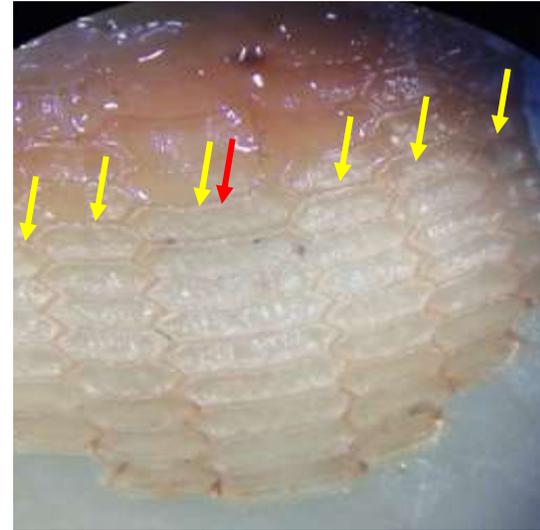
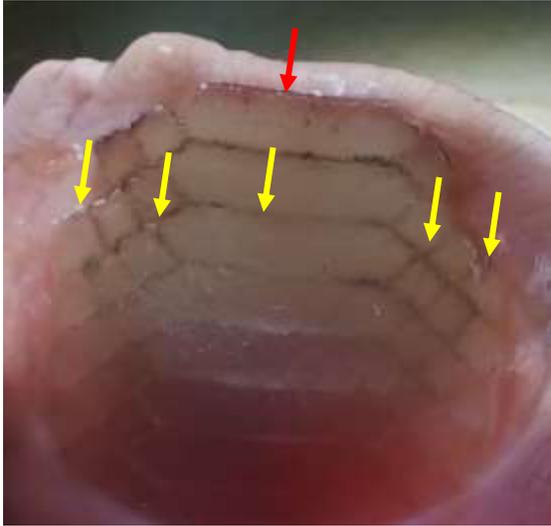
- Vélez, J., Espino, M., y Zeballos, J. (1988). Variación de la Ictiofauna Demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. In *Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano. Memorias del 2do Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR). 17-21 agosto de 1987*. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1110>
- Vinatea, R., Peraltilla, S., y Vasquez, C. (2017). *Implementation of a program of sensitization and monitoring in the Peruvian industrial purse seine fishery : Fishermen like agents of change* (Issue October, pp. 2–3). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27634.22721>
- Volff, J. N. (2005). Genome evolution and biodiversity in teleost fish. *Heredity*, 94(3), 280–294. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800635>
- Warton, D. I., Wright, S. T., y Wang, Y. (2012). Distance-based multivariate analyses confound location and dispersion effects. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(1), 89–101. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00127.x>
- White, W.T., Platell, M.E., y Potter, I.C. (2004). Comparisons between the diets of four abundant species of elasmobranchs in a subtropical embayment: implications for resource partitioning. *Marine Biology* 144: 439-448.
- Wourms, J. P. (1977). *Reproduction and Development in Chondrichthyan Fishes* Author (s): John P . Wourms Source : *American Zoologist* , Vol . 17 , No . 2 , Recent Advances in the Biology of Sharks Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/3882103> REFERENCES Linked references ar. *American Zoologist*, 17(2), 379–410.
- Yodzis, P. (2001). Trophic Levels. In *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition* (pp. 264–268). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00145-3>

IX. ANEXOS

Anexo A

Ficha de identificación de M. peruvianus y M. chilensis utilizada en la capacitación a los armadores pesqueros y tripulantes de las embarcaciones artesanales de San José.

<p style="text-align: center;">Raya águila peruana, muelona</p> <p style="text-align: center;"><i>(Myliobatis peruvianus)</i></p>	<p style="text-align: center;">Raya águila chilena, raya ñata</p> <p style="text-align: center;"><i>(Myliobatis chilensis)</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> - Generalmente con 7 hileras de dientes de extremo a extremo de la boca (flechas amarillas). - Diente del centro de la mandíbula superior notoriamente más amplia que los laterales (flecha roja). 	<ul style="list-style-type: none"> - Generalmente con 8 a 11 hileras de dientes de extremo a extremo de la boca (flechas amarillas). - Diente del centro de la mandíbula superior un poco más grande que los laterales (flecha roja).



Nota: la foto se encuentra cortada, sin embargo, cumple con 8 hileras de dientes.

Anexo B

Ficha de colecta de datos de rayas águila para armadores pesqueros y tripulantes de pescadores artesanales de San José.

FICHA PARA RAYAS ÁGUILA

Embarcación	Lance	Latitud de rechojo	Longitud de rechojo
Mensajero de Paz	04	06°24.387	80°50.881

Código de muestra	Especie	Long. Total (cm)	Ancho de Disco (cm)	Sexo	Machos				Hembras	Peso (gr)	N° de Fotos
					Rifiodón (A/C)	Semen (SI/NO)	Rotación (SI/NO)	Moretones (SI/NO)	#Crías		
CFQ001	Raya águila	175.7	126.1	H						20000	4
CFQ002	Raya águila	86.9	60.3	Hembra						5000	4
CFQ003	Raya águila	72.4	44.8	Macho	2.8	NO	NO	NO		3500	4

Anexo C

*Diferencia entre rayas águila, donde *M. chilensis* (A) posee la comisura de la boca al inicio de la aleta pectoral y *M. peruvianus* (B) lo tiene más arriba del mismo.*



Anexo D

Registro fotográfico de la raya águila chilena con su respectivo código por embarcación. A: Vista dorsal, B: vista ventral y C: vista de la cabeza.



Anexo E

Estómagos colectados durante diciembre 2020 hasta noviembre 2021.

Estómagos llenos	Estómagos vacíos	Meses
2	0	Dic.
6	1	Ene.
11	3	Feb.

14	17	Mar.
-----------	----	------

9	4	Abr.
----------	---	------

7	4	May.
----------	---	------

14	5	Jun.
-----------	---	------

12	9	Jul.
-----------	---	------

12	7	Ago.
-----------	---	------

4	5	Set.
----------	---	------

1	3	Oct.
----------	---	------

17	3	Nov.
-----------	---	------

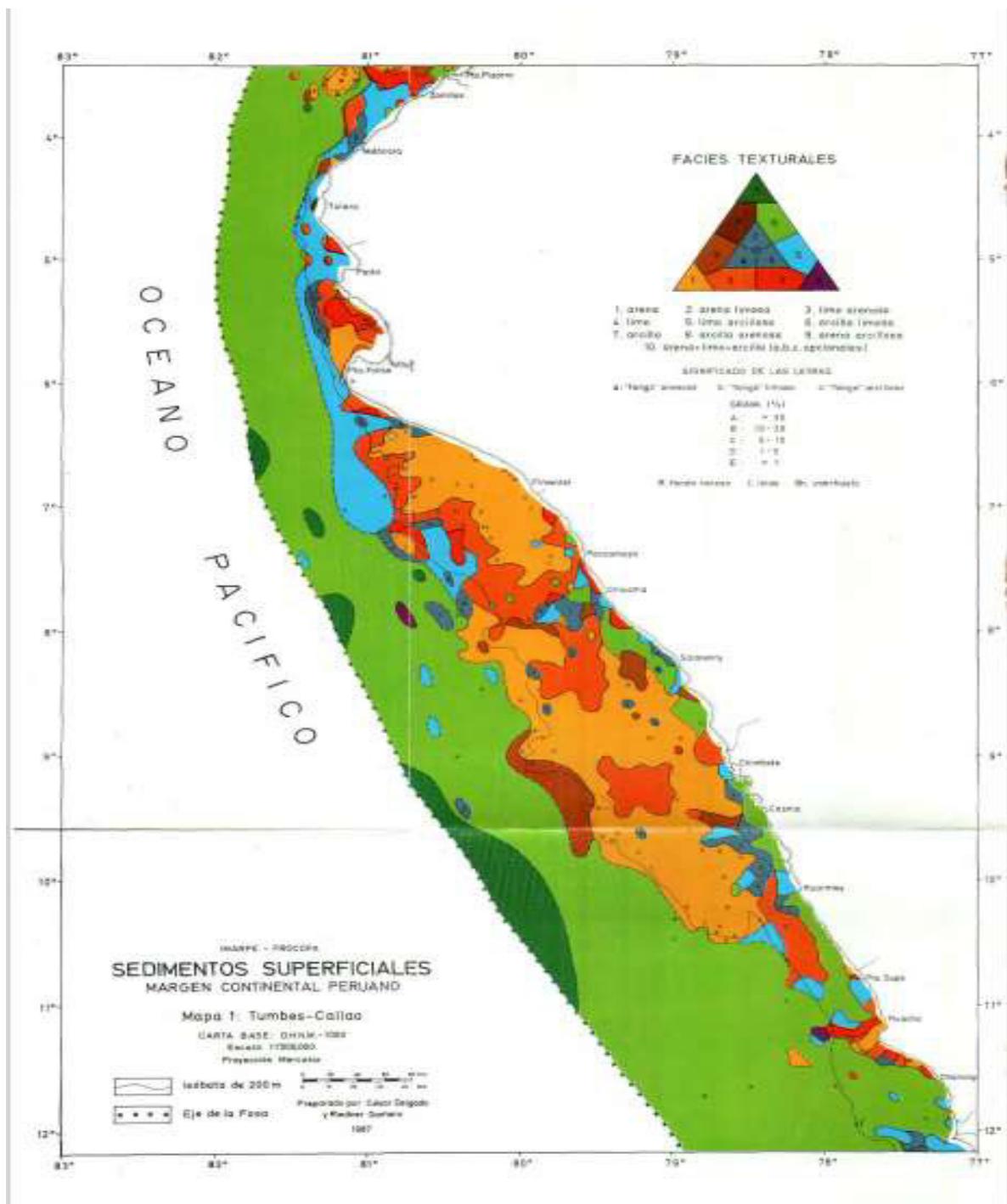
Anexo F

Tabla de valores de prueba SIMPER entre la dieta de rayas alimentadas en estación cálida y fría.

<i>Promedio de disimilaridad = 80.86</i>						
	<i>Grupo cálido</i>	<i>Grupo frío</i>				
<i>Especies</i>	<i>Av.Abund</i>	<i>Av.Abund</i>	<i>Av. Diss</i>	<i>Diss/SD</i>	<i>Contrib. %</i>	<i>Cum. %</i>
<i>ENGRAULIDAE</i>	<i>59.96</i>	<i>20.37</i>	<i>27.85</i>	<i>1.22</i>	<i>34.44</i>	<i>34.44</i>
<i>POLIQUETOS N/I</i>	<i>14.39</i>	<i>38.68</i>	<i>20.92</i>	<i>0.91</i>	<i>25.87</i>	<i>60.32</i>
<i>ONUPHIDAE</i>	<i>6.32</i>	<i>9.32</i>	<i>7.14</i>	<i>0.48</i>	<i>8.83</i>	<i>69.15</i>
<i>STERNASPIDAE</i>	<i>0.00</i>	<i>12.48</i>	<i>6.24</i>	<i>0.43</i>	<i>7.71</i>	<i>76.86</i>
<i>OPHELIIDAE</i>	<i>9.29</i>	<i>1.85</i>	<i>5.40</i>	<i>0.37</i>	<i>6.67</i>	<i>83.54</i>
<i>NASSARIIDAE</i>	<i>1.14</i>	<i>9.54</i>	<i>5.20</i>	<i>0.40</i>	<i>6.43</i>	<i>89.97</i>
<i>AETHRIDAE</i>	<i>4.55</i>	<i>3.70</i>	<i>3.91</i>	<i>0.34</i>	<i>4.84</i>	<i>94.81</i>

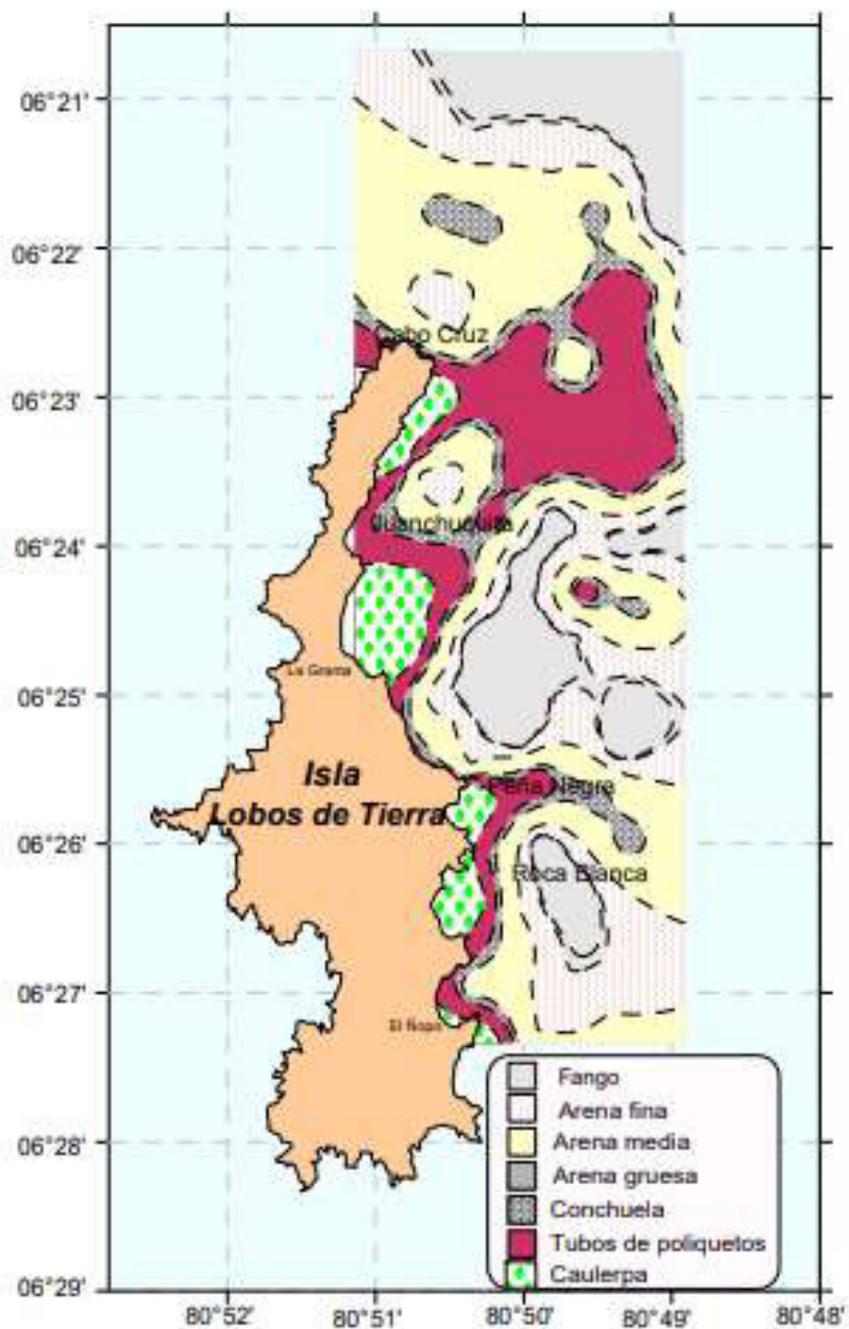
Anexo G

Mapa de sedimentos en la plataforma continental peruana. Fuente: Delgado et al., 1987)



Anexo H

Caracterización textural del sustrato en el banco natural de concha de abanico en la Isla Lobos de Tierra, 22 – 27 de junio 2005. Fuente: Plan de Manejo Integral de la Islas Lobos de Tierra – 2004.



Anexo I

Complejo mandibular de un poliqueto de la familia Onuphidae colectado del contenido estomacal de Myliobatis chilensis desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.

**Anexo J**

Poliqueto de la familia Sternaspidae colectado del contenido estomacal de Myliobatis chilensis desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.



Anexo K

Telson del estomatópodo Pseudosquillaopsis lessonii, familia Parasquillidae, colectado del contenido estomacal de Myliobatis chilensis desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.

**Anexo L**

Diopatra sp. de la subfamilia Onuphinae colectado del contenido estomacal de Myliobatis chilensis desembarcado en la caleta San José, Lambayeque.

