



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
Y BIOLÓGICAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA
MARINA**

**“COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE LA RAYA ÁGUILA CHILENA
MYLIOBATIS CHILENSIS (PHILIPPI, 1892) EN LA CALETA DE
SAN JOSÉ, LAMBAYEQUE”**

Tesis para optar el título profesional de:
BIÓLOGO MARINO

Presentado por:

Eduardo Andrés Segura-Cobeña (0000-0002-7868-9122)

Asesor:

Pepe Antonio Espinoza Silvera (0000-0001-5149-8310)

Lima - Perú

2017

Acta de Sustentación de Tesis

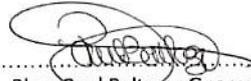
Siendo las 10:00 horas del día 20 de diciembre de 2017, en el Aula N - 201 del Campus Villa IV, bajo la presencia del jurado examinador nombrado por **Resolución Directoral N° 011a – EBM – FCVB – U. CIENTÍFICA - 2017**, presidido por el Blgo. Paul Baltazar Guerrero, Blgo. Freddy Daniel Barona Narvaez, Blga. Keny Kanagusuku Gondo y el Dr. Pepe Espinoza Silvera como Director – Observador. Se procedió en acto público a la sustentación de la tesis "COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE LA RAYA ÁGUILA *Myliobathis chilensis* PHILIPPI, 1892 EN LA CALETA DE SAN JOSÉ - REGIÓN LAMBAYEQUE".

El presidente concedió el uso de la palabra al Bachiller en Biología Marina **Segura Cobeña Eduardo Andrés**, para la sustentación de su tesis. Luego de la exposición, el bachiller absolvió las preguntas del Jurado y del público asistente.

El Jurado acordó otorgarle la nota de:

.....Dieciocho..... (18)

El presidente del Jurado dio por culminado el acto de sustentación y levantó la sesión a las: 11:00hrs.



Blgo. Paul Baltazar Guerrero
Presidente



Blgo. Freddy Daniel Barona Narvaez
Miembro



Blga. Keny Kanagusuku Gondo
Miembro



Dr. Pepe Espinoza Silvera
Director - Observador

003-BM-2017

T: (418) 610 6400
opción 2
www.cientifica.edu.pe

Campus
Huanan-Jacinto Sur
Km 19 - Lima 42

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN¹

Lima, 02 de junio del 2023

Señor,
Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Eduardo Segura Cobeña, egresado de la carrera de Biología Marina de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Pepe Espinoza Silvera, declaramos que este informe final de tesis titulado: "Composición de la dieta de la raya águila chilena *Myliobatis chilensis* (Philippi, 1892) en la caleta de San José, Lambayeque", sustentado para obtener el título de Biólogo Marino es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ², que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Firma tesista
DNI: 48297635

Firma del asesor de tesis
DNI: 07157752

¹ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

² Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Composición de la dieta de la raya águila *Myliobathis chilensis* Philippi, 1892 en la caleta de San José - Región Lambayeque

Autores. Eduardo Andres Segura Cobeña.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2160156079).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada de manera especial a mi familia.

A mis hermanas por enseñarme carisma y alegría. A mi madre por el especial cariño que sabe dar y por ser ejemplo de entregar todo por lo que uno quiere. A mi padre por siempre sacarnos una sonrisa, por mantener mis pies sobre la tierra y dejarme volar cuando quiera.

A Cris, Gina, Leo y Ross, por ser mis incondicionales compañeros de aventuras, en cualquier lugar, en cualquier momento.

Y a todas aquellas personas que me han inspirado curiosidad y disfrute por el mundo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi universidad y a mis maestros por todos sus esfuerzos para que yo sea un buen profesional, un Biólogo Marino.

A Fondo para la innovación, la Ciencia y la Tecnología FINCyT/INNOVATE, por su financiamiento (Contrato N° 369 PIBA 2014).

A ProDelphinus por darme esta oportunidad y confiar en mí. A los pescadores de San José y todos aquellos biólogos que ayudaron en la obtención de muestras. A Adriana Gonzales por su constante ayuda y asesoría.

Agradezco especialmente a mi asesor de tesis, Pepe Espinoza, por su preocupación y dedicación en que logremos sacar este proyecto adelante.

ÍNDICE

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN:.....	1
II. MARCO TEÓRICO:	2
2.1 Generalidades sobre <i>Myliobatis chilensis</i>	2
2.2 Ecología trófica de Rajiformes.....	5
III. HIPÓTESIS	8
IV. OBJETIVOS.....	8
V. METODOLOGÍA Y MATERIALES.....	9
5.1 Zona de Muestreo.....	9
5.2 Muestreo de estómagos.....	10
5.3 Procesamiento de muestras.....	10
5.4 Muestra mínima	11
5.5 Análisis de contenido.....	11
5.6 Análisis estadístico.....	14
5.7 Amplitud de dieta	15
VI. RESULTADOS.....	16
6.1 Descripción general del muestreo	16
6.2 Composición dietaria	17
6.3 Muestra mínima	17
6.4 Espectro trófico según estación.....	18
6.5 Espectro trófico según rango de tallas.....	21
6.6 Análisis de similaridad.....	26
6.7 Amplitud de dieta	28
6.8 Nicho trófico	28
VII. DISCUSIÓN.....	29
7.1 Tamaño de la muestra.....	29

7.2	Composición dietaria	29
7.3	Espectro trófico según estación	31
7.4	Espectro trófico según rango de tallas	32
7.5	Estrategia alimentaria.....	33
VIII.	CONCLUSIONES	35
IX.	RECOMENDACIONES	36
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	38
XI.	ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de estómagos con contenido obtenidos de la raya águila chilena por sexo y estadio de madurez en la caleta de San José (2015).....	16
Tabla 2: Número de estómagos con contenido obtenidos de la raya águila chilena según rangos de talla y estación en la caleta de San José (2015).....	16
Tabla 3: Composición dietaria de la raya águila chilena en la caleta de San José según estación expresado en %N = Índice de número en porcentaje, %P = Índice de peso en porcentaje, %FO = Índice de frecuencia de ocurrencia en porcentaje e IIR = Índice de Importancia Relativa. En negrita los mayores porcentajes para cada estación.....	19
Tabla 4: Composición dietaria de la raya águila chilena en la caleta de San José según rangos de talla expresado en %N = Índice de número en porcentaje, %P = Índice de peso en porcentaje, %FO = Índice de frecuencia de ocurrencia en porcentaje e IIR = Índice de Importancia Relativa. En negrita los mayores porcentajes para cada estación.....	23
Tabla 5: Valores obtenidos en la prueba ANOSIM en datos de peso de ítems presa de la raya águila chilena. En negrita los valores significativos.....	26
Tabla 6: Resultados de SIMPER considerando el peso de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre las estaciones y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias.	27
Tabla 7: Resultados de SIMPER considerando el peso de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre los rangos de talla y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias.....	27
Tabla 8: Amplitud de dieta de la raya águila chilena por índice de Levin (B _i) según estación y rangos de talla durante el 2015.....	28
Tabla 9: Nivel trófico (N _T) de la raya águila chilena según estación y rangos de talla durante el 2015.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Foto de la raya águila chilena en la caleta de San José, AC: Ancho de disco; LC: Longitud de cuerpo3

Figura 2: Mapa de distribución espacial de la raya águila chilena4

Figura 3: Ubicación de la Caleta de San José, en la provincia de Chiclayo, Perú y puntos donde se obtuvieron las muestras de la raya águila chilena por estación 9

Figura 4: Curva acumulativa de ítems presa de la raya águila chilena en el 2015, ajustada a la función de Clench (puntos azules = data observada; línea roja = data esperada).....17

Figura 5: Agrupamiento en porcentaje del peso de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por estación..... 18

Figura 6: Índice de importancia relativa en porcentaje (IIR%) de los ítems presas encontrados en la raya águila chilena por estación muestreada21

Figura 7: Agrupamiento en porcentaje del peso de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por rangos de talla22

Figura 8: Índice de importancia relativa en porcentaje (IIR%) de los ítems presas encontrados en la raya águila chilena por rangos de talla muestreada25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estimado de estómagos necesarios y faltantes para un mayor ajuste de la muestra.....	48
Anexo 2: Resultados de la rutina RELATE en Primer.....	48
Anexo 3: Esquema de la estrategia alimentaria de la raya águila chilena según estaciones, basados en el índice de peso (%P), índice de número (%N) e índice de frecuencia de ocurrencia (%FO). a: verano, b: invierno y c: primavera. 1=Gastrópoda n/i, 2=Teleósteo n/i, 3= <i>Hepatus kossmanni</i> , 4= <i>Engraulis ringens</i> , 5= <i>Pseudoquillopsis lessonii</i> , 6= <i>Doritheuthis</i> n/i, 7= <i>Mursia gaudichaudii</i> , 8=Crustáceos n/i, 9=Naticidae n/i, 10= <i>Merluccius gayi</i> , 11= <i>Cancer porteri</i> , 12= <i>Pagurus perlatus</i>	49
Anexo 4: Esquema de la estrategia alimentaria de la raya águila chilena según rangos de talla, basados en el índice de peso (%P), índice de número (%N) e índice de frecuencia de ocurrencia (%FO). a: Talla I, b: Talla II y c: Talla III. 1=Gastrópoda n/i, 2=Teleósteo n/i, 3= <i>Engraulis ringens</i> , 4= <i>Cancer porteri</i> , 5=Naticidae n/i, 6= <i>Pagurus perlatus</i> , 7= <i>Hepatus kossmanni</i> , 8= <i>Mursia gaudichaudii</i> , 9=Bivalvia n/i, 10= <i>Merluccius gayi</i> , 11=Muricidae n/i, 12=Crustáceos n/i.....	50
Anexo 5: Agrupamiento en porcentaje de la abundancia de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por estación.....	51
Anexo 6: Agrupamiento en porcentaje de la abundancia de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por rangos de talla	51
Anexo 7: Ordenamiento espacial por escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en la caleta de San José por peso (a) y abundancia (b) de los ítems presa (Stress=0.07). Factor estación, verano de verde, invierno de azul y primavera de celeste.....	52
Anexo 8: Ordenamiento espacial por escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en peso en la caleta de San José con representación en burbujas del ítem presa anchoveta peruana <i>Engraulis ringens</i> (a) y Teleosteos n/i (b). Factor estación, V=Verano, I=Invierno y P=Primavera. 53	53
Anexo 9: Ordenamiento espacial por escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en peso en la caleta de San José con representación en burbujas del ítem presa Gastropoda n/i (a) y jaiba paco <i>Mursia gaudichaudii</i> (b). Factor estación, V=Verano, I=Invierno y P=Primavera.	54

Anexo 10: Ordenamiento espacial mediante escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en la caleta de San José por peso (a) y abundancia (b) de los ítems presa (Stress=0.07). Factor rangos de talla, Talla I de azul, Talla II de celeste y Talla III de verde55

Anexo 11: Resultados del análisis SIMPER considerando únicamente la abundancia de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre las estaciones y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias56

Anexo 12: Análisis SIMPER considerando únicamente la abundancia de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre los rangos de talla comparados y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias.56

RESUMEN

La raya águila chilena (*Myliobatis chilensis*), es un elasmobranquio que se distribuye en la zona Sur del Océano Pacífico. Se conoce poco sobre la dinámica de sus hábitos alimenticios en términos espaciales y temporales, lo cual limita la administración en la pesquería de esta especie llegando a ser clasificada como *Especie con Información Deficiente* por la IUCN. Este estudio tiene como objetivo determinar la composición dietaria de la raya águila chilena en función de la estación, el estadio de madurez, la talla y el sexo, mediante el análisis de contenido estomacal. Las muestras fueron colectadas en la caleta de San José con apoyo de pescadores artesanales en el 2015. Se obtuvo un total de 77 muestras entre los meses enero y diciembre, de los cuales 72 (93.5%) presentaron contenido estomacal. Se identificó un total de 24 ítems presas de los cuales los más relevantes fueron teleósteos no identificados, gastrópodos no identificados, anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), jaiba puñete (*Hepatus kossmanni*) y cangrejo violáceo (*Cancer porteri*). Los resultados indican que la raya águila chilena es un depredador especializado ($B_i = 0.2$) con un nivel trófico alto ($N_T = 4.1$). Se encontraron diferencias significativas en la dieta entre estaciones y rangos de talla. Las presas más importantes en el verano (de enero a marzo) fueron los peces con mayor relevancia de la anchoveta, probablemente relacionado al evento El Niño de ese año, siendo también la estación con mayor nivel trófico ($N_T = 4.4$). En otoño (de abril a junio) no se lograron obtener muestras. Para invierno (de julio a setiembre) los crustáceos fueron muy importantes en la dieta, con mayor relevancia de la jaiba paco y el nivel trófico fue el más bajo ($N_T = 3.7$). Durante la primavera (de octubre a diciembre) tuvo una variedad de presas más alta pero siendo gastrópoda la más relevante, y manteniendo un nivel trófico intermedio entre las estaciones ($N_T = 4.1$). Respecto al tamaño, los individuos de raya águila chilena de menor tamaño (talla I y talla II), se alimentaron principalmente de teleósteos, sobresaliendo la anchoveta peruana, lo que probablemente incidió en el alto nivel trófico para talla I ($N_T = 4.5$) y relativamente alto para talla II ($N_T = 4.2$). Mientras que los de mayor tamaño (talla III), se alimentaron principalmente de crustáceos y obtuvieron el menor nivel trófico ($N_T = 3.8$). Se concluye que la alimentación de la raya águila chilena depende tanto del tamaño y el efecto de la variabilidad ambiental, la cual altera su asociación con su hábitat usualmente bentónico y le permite acceder a la oferta de alimento en la columna de agua.

Palabras clave: *Myliobatis chilensis*, raya águila chilena, ecología trófica, Perú, ENSO.

ABSTRACT

The Chilean eagle ray (*Myliobatis chilensis*), is an elasmobranch who is distributed along the Southern Pacific Ocean. Little is known about the dynamics of its feeding habits in spatial and temporal terms, which limits its administration in the fishery of this species becoming classified as *Species with Data Deficient* by the IUCN. This study aims to determine the diet composition of the Chilean eagle ray in function of the season, stage of maturity, the size and the sex, through the analysis of stomach content. The samples were collected in the cove San José with support from artisanal fishermen in 2015. A total of 77 samples were obtained between the months January and December, of which 72 (93.5%) presented stomach content. A total of 24 prey items were identified of which the most relevant were unidentified teleosts, unidentified gastropoda, Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*), armed box crab (*Mursia gaudichaudii*), calico crab (*Hepatus kossmanni*) and true crab (*Cancer porteri*). The results indicate that the Chilean eagle ray is a specialized predator ($B_i = 0.2$) with a trophic level of 4.1. Significant differences were found in the diet between seasons and size ranges. The most important preys in summer (from January to March) were fishes with the Peruvian anchovy as the most relevant, probably related to the event El Niño of that year, which was also the season with higher trophic level ($T_L = 4.4$). In autumn (from April to June) no samples could be obtained. In winter (from July to September) the crustaceans were very important in the diet, with greater relevance of armed box crab and the trophic level was the lowest ($T_L = 3.7$). During spring (from October to December), the Chilean eagle ray had a high variety of prey but being gastropoda the most relevant and having an intermediate trophic level ($T_L = 4.1$). With respect to the size, smaller individuals (size I and size II) were mainly fed on teleosts, standing out the Peruvian anchovy, which probably affected in the high trophic level for size I ($T_L = 4.5$) and relatively high for size 2 ($T_L = 4.2$). While the largest ones (size III), mainly fed crustaceans and obtained the lowest trophic level between sizes ($T_L = 3.8$). It is concluded that the feeding habits of the Chilean eagle ray depend both the size and the environmental variety, which change the association with its usually benthic habitat and allows to the eagle ray to access the supply of food in the water column.

Key words: *Myliobatis chilensis*, Chilean eagle ray, trophic ecology, Peru, ENSO.

I. INTRODUCCIÓN:

La raya águila chilena (*Myliobatis chilensis*), es un elasmobranquio del orden Rajiforme que se distribuye a lo largo del Sur del Océano Pacífico con presencia en Chile (Pequeño, 1989; Muñoz y Olmos, 2007; Hernández *et al.*, 2010), Perú (Cornejo *et al.*, 2015) y Ecuador (Mero, 2010). Generalmente asociado a fondos areno-fangosos (Samamé *et al.*, 1985) desde la zona superficial hasta profundidades mayores de 180m (Vélez *et al.*, 1988).

En términos generales se conoce poco sobre la raya águila chilena en nuestro medio. Algunos estudios la han registrado como fauna acompañante en la pesca de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) al norte de Perú (Elliot y Paredes, 1997; Elliot *et al.*, 2011). Asimismo es captura incidental en la pesquería artesanal de los lenguados *Paralichthys microps* y *P. adspersus* en Chile (Hernandez *et al.*, 2010) y en la pesca de langostino *Penaeus* spp. en Ecuador (Mero, 2010).

En el tema pesquero, el desembarque acumulado de rayas entre 2003 y 2015 llegó a los 18,716 TM y representando el 15% de la captura total de elasmobranquios en Perú en el 2015 con 2,476 TM (PRODUCE, 2016). Para el caso de la raya águila chilena, esta representa el 2.5% del desembarque total en Lambayeque (Carbajal *et al.*, 2005; Carbajal *et al.*, 2007; Carbajal *et al.*, 2008; Llanos *et al.*, 2009).

Los pocos estudios existentes con información sobre los aspectos reproductivos y alimenticios priorizaron conocer los aspectos biológico-pesqueros (Torres, 1978; Castañeda, 1994; Galán-Galán, 1994). Esto representa una gran limitación pues no se conoce la dinámica de los hábitos alimenticios de la raya águila chilena en términos espaciales ni temporales, los cuales permitirían delimitar el rol ecológico que estaría desempeñando en los ecosistemas donde se encuentre.

Esta limitación de conocimientos dificulta la administración de la pesquería de la especie y en las medidas que puedan adoptarse para su conservación, lo cual ha llevado, además, a que sea clasificada como *Especie con Información Deficiente* por la IUCN (Lamilla, 2006). Por lo tanto, este estudio representa el primero centrado

en los hábitos alimenticios de esta especie, con la finalidad de poder determinar el rol ecológico que desempeña en función del tipo de presas que consume y si hay alguna relación con especies de importancia comercial, con lo que se espera contribuir a incrementar los conocimientos sobre la biología de la raya águila chilena.

Además, este estudio nos permitirá conocer la composición de las presas brindándonos información de la situación actual del ecosistema (Simental, 2013). Esto nos permitirá saber qué lugar ocupa la especie en la red alimentaria logrando entender su papel como depredador y su influencia en la población de las presas y viceversa en una escala de tiempo corta, incluyendo los efectos de la pesquería si su alimentación está relacionada a algún recurso de importancia (Sampson, 2007; Coller, 2012).

II. MARCO TEÓRICO:

2.1 Generalidades sobre *Myliobatis chilensis*

Taxonomía de la raya águila chilena según Pequeño (1989).

Phylum: Chordata

Clase: Chondrichthyes

Orden: Rajiformes

Familia: Myliobatidae

Género: *Myliobatis*

Especie: *M. chilensis* (Philippi, 1892)

Myliobatidae es una familia marina de rayas águilas cosmopolitas de mares tropicales y templados, se encuentran cerca de los arrecifes, en las lagunas costeras o lejos de las costas y mucha especies pertenecientes a esta familia hacen migraciones en verano (Last y Stevens, 1994; Nelson, 1994). Con respecto a su fisionomía, tienen la cabeza y el hocico están claramente diferenciados del resto del

disco, el hocico se encuentra formando de uno a dos lóbulos simples redondeados, no hay presencia de aleta cefálica ni dientes en pavimento (Lamilla y Sáez, 2003).

Dentro de esta familia se puede encontrar el género *Myliobatis*, con doce especies a nivel mundial de las cuales se pueden encontrar tres en Perú (Bailly, 2015). La raya águila de nariz larga (*Myliobatis longirostris*) que se distribuye desde Sechura, Perú, hacia el norte del Pacífico Este, y dos rayas endémicas de la Corriente de Humboldt, la raya águila peruana (*Myliobatis peruvianus*) y raya águila chilena.

La raya águila chilena (Figura 1) tiene el dorso del disco es de color marrón-rojizo mientras que la superficie ventral es clara con los extremos de las aletas pectorales oscuras y con manchas oscuras en el hocico. El disco tiene mayor envergadura que longitud. La aleta rostral, que da soporte al hocico, tiene forma de visera como una cúpula ancha y corta, sin división y con bordes gruesos (Lamilla y Sáez, 2003). El hocico es corto y levemente puntiagudo en su extremo, la placa dentaria tiene aproximadamente 8 a 11 hileras verticales entre los extremos de la boca, los dientes ubicados en el centro superior son levemente más largos que los dientes laterales (Chirichigno y Veléz, 1998).



Figura 1: Foto de la raya águila chilena en la caleta de San José, AC: Ancho de disco; LC: Longitud de cuerpo (Fuente: Gonzalez-Pestana A., ProDelphinus).

Esta especie se distribuye desde el centro de Chile hasta el norte de Perú (Figura 2; IUCN, 2006), además se ha reportado su presencia en Ecuador (Mero, 2010). En cuanto a su distribución vertical se ha observado desde la zona superficial hasta profundidades mayores a 180 m (Vélez *et al*, 1988).

Castañeda (1994) indicó que el inicio de madurez sexual de *M. chilensis* ocurre cuando alcanza los 115 cm de ancho del disco (22.4 kg) mientras que la longitud media de primera parición de hembras fue de 120 cm de ancho del disco (25.5 kg), además detalló las fases en la madurez sexual de la hembra y la reproducción en general de la especie.

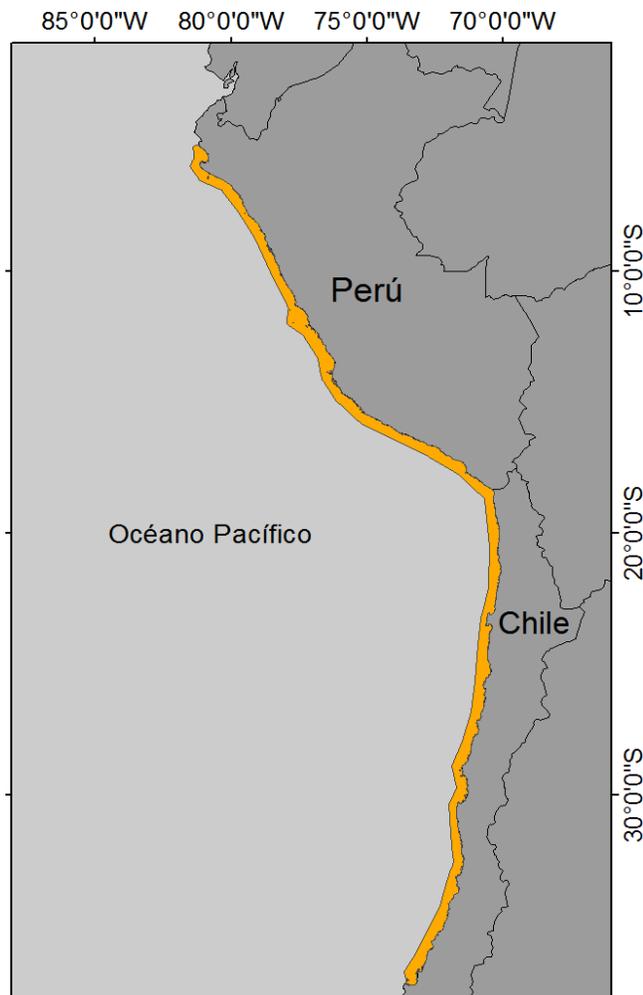


Figura 2: Mapa de distribución espacial de la raya águila chilena (naranja).
Fuente: IUCN (2006).

2.2 Ecología trófica de Rajiformes

Los Rajiformes son especies de rayas con una alta diversidad de estrategias alimentarias y de alto valor ecológico al ser principalmente depredadores. Están catalogados como consumidores secundarios o terciarios por su capacidad para depredar sobre gran variedad de presas y moverse en diferentes tipos de hábitats (Navarro-González *et al.*, 2012; Flores-Ortega *et al.*, 2011; De la Rosa-Meza *et al.*, 2013). El espectro de presas en la dieta de las rayas pasa de organismos bentónicos como crustáceos, bivalvos y gastrópodos, hasta organismos pelágicos como peces que suelen tener una menor presencia en la dieta (Talent, 1982; White *et al.*, 2004; Bizzarro, 2005; Downton-Hoffman, 2007; Navia *et al.*, 2011; Valadez-González, 2007; Payán *et al.*, 2011).

La presencia de las especies de presas dependerá de los hábitos que tenga el depredador, aquellos rajiformes que habitan o se movilizan en zonas bentónicas, costeras o demersales se observa que se alimentan de poliquetos, cangrejos y moluscos (Navarro-González *et al.*, 2012; Flores *et al.*, 2011), mientras que aquellos con hábitos pelágicos, como las mantas rayas, tienen una alimentación planctófaga (Last y Stevens, 1994; Nelson, 1994).

Se han descrito cambios en la composición dietaria en varias especies de Rajiformes, esto debido a efectos abióticos como la movilización de individuos, de la presa o del depredador, o cambios estacionales; también se puede dar por efectos bióticos como el sexo o el estado de desarrollo. Los juveniles son descritos como depredadores de crustáceos y cuando alcanzan tallas mayores incorporan peces a la dieta conforme desarrollan su habilidad y capacidad para capturarlas (Flores *et al.*, 2011; Brickle *et al.*, 2003; Sommerville *et al.*, 2011). Estos cambios en la alimentación se dan como respuesta al medio o a la variación en la abundancia de las presas, y sucede debido a la versatilidad de los Rajiformes en buscar su alimento siendo capaces de variar sus estrategias de alimentación entre especialistas y generalistas (Navarro-González *et al.*, 2012; Marshall *et al.*, 2008; Platell *et al.*, 1998).

La morfología, como el tamaño de las aletas, tiene un rol determinante en el tipo de forrajeo y de especie presa que la raya puede consumir. Los Rajiformes, en su mayoría, tiene la boca en la parte ventral del cuerpo lo que influye directamente en sus hábitos alimenticios, esto les permite tener facilidad en capturar y consumir organismos que se encuentren en el fondo marino o en el bentos (Flores *et al.*, 2011; De la Rosa-Meza *et al.*, 2013).

Summer (2000) y Wilga y Motta (1998) describieron el mecanismo para la alimentación en especies de la familia Myliobatidae, las cuales para capturar a las presas proyectan la mandíbula generando la succión de la presa y luego las muerden para finalizar su ingestión. La dentadura está compuesta por hileras de dientes con capacidad para hacer mordidas de alta presión para romper valvas o exoesqueletos (Summer 2000, De la Rosa-Meza *et al.*, 2013).

La capacidad y método de nado pueden también estar relacionado con la alimentación, tal es el caso de *Rhinoptera steindachneri* cuyas aletas pectorales le permite nadar sobre el sustrato o realizar una movilización vertical a lo largo de la columna de agua permitiendo que se alimenten de presas pelágicas, pero siendo aún capaces de consumir presas bentónica (Navarro-González *et al.*, 2012). Esto sucede gracias a que las rayas son capaces de variar el tipo de oscilación que realizan sus aletas durante la locomoción, pasando de ondulaciones continuas a una sola ondulación a modo de aleteo de un ave, este comportamiento dependerá del hábitat y las presas disponible (Rosenberger, 2001).

Por otro lado, la abundancia de las presas y depredadores en un determinado hábitat podría definir los hábitos de alimentación de las rayas. Navarro-González *et al.* (2012) encontraron, que en la dieta de *R. steindachneri*, los teleósteos fueron muy poco frecuentes, señalando que tal resultado se debería al tamaño pequeño de los individuos capturados y estudiados.

En cambio Lopez-Garcia *et al.* (2012) observaron un cambio de dieta en *Dayastis longa*, de camarones a estomatópodos, explicado por la diferencia de ocupación de hábitat entre juveniles (fondo fangoso) y adultos (fondo rocoso) y

donde la amplitud de nicho fue más estrecho en los individuos menores; este cambio lo atribuyen a la sobrepesca, mencionando que la misma puede alterar también la relación trófica interespecífica que permite su coexistencia.

Uno de los taxa con mayor presencia en la dieta de los Rajiformes son los crustáceos, por ejemplo en la especie *Rhinobatos glaucostigma* los crustáceos fueron el principal item indicando hábitos alimentarios bentónicos (De la Rosa-Meza et al., 2013). Ruiz *et al.* (2003) mencionan a *Myliobatis faujasi* y *M. laterales*, de la cuenca Huelva en España, como consumidores terciarios los cuales se alimentan de pequeños depredadores y carroñeros como gasterópodos, crustáceos y escafópodos. Navarro-González *et al.* (2012) sugiere que las presas más relevantes para ciertas familias de Rajiformes, como Urotrygonidae y Myliobatidae, son los crustáceos y poliquetos, lo cual se diferencia de familias como Rajidae y Dasyatidae los cuales se alimentan principalmente de teleosteos. Igualmente, Valls *et al.* (2011) resaltan que en la dieta de *M. aquila* las presas más importantes fueron los crustáceos y menos importantes los bivalvos y poliquetos.

En el caso de la raya águila chilena, se ha registrado que su alimentación está compuesta principalmente de crustáceos, peces, moluscos y poliquetos en la zona de Lambayeque (Torres, 1978; Castañeda, 1994). Asimismo, según Castañeda (1994), durante un evento El Niño, la dieta de esta especie está compuesta mayormente de peces.

III. HIPÓTESIS:

Dado el carácter depredador bentónico de la raya águila chilena, se debe encontrar crustáceos, moluscos y poliquetos en su dieta por lo que se plantea:

H₀: La composición de la dieta de la raya águila chilena no presenta variaciones en función de la estación, el estadio de madurez, la talla y el sexo en la caleta de San José, Perú.

H_a: La composición de la dieta de la raya águila chilena presenta variaciones en función de la estación, el estadio de madurez, la talla y el sexo en la caleta de San José, Perú.

IV. OBJETIVOS:

- Objetivo General:

Determinar y analizar las influencias en la composición de la dieta de la raya águila chilena en la caleta de San José.

- Objetivos Específicos:
 - Determinar la composición cualitativa y cuantitativa de la dieta de la raya águila chilena.
 - Analizar la influencia de la estación, el estadio de madurez, la talla y el sexo sobre la composición de la dieta de la raya águila chilena.
 - Determinar la amplitud de nicho trófico de la raya águila chilena.
 - Estimar la posición trófica de la raya águila chilena.

V. METODOLOGÍA Y MATERIALES:

5.1 Zona de Muestreo

El muestreo para la obtención de estómagos de raya águila chilena se realizó en el marco del Proyecto de Pro-Delphinus de Elasmobranquios 369-2014 FINCyT, en el punto de desembarque de la caleta San José, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque ($6^{\circ}47'54''S$ y $79^{\circ}59'30''O$) (Figura 3).

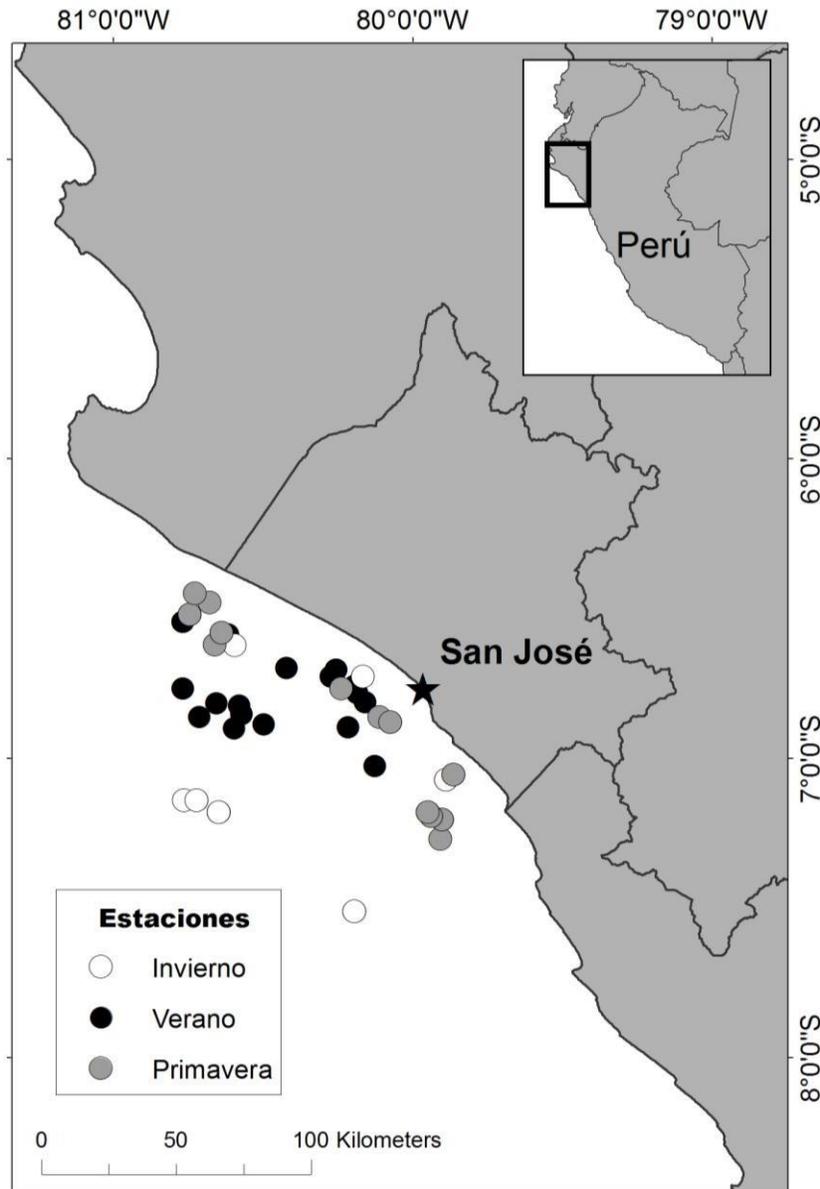


Figura 3: Ubicación de la Caleta de San José, en la provincia de Chiclayo, Perú y puntos donde se obtuvieron las muestras de la raya águila chilena por estación.

5.2 Muestreo de estómagos

La colecta de material biológico se realizó de enero a diciembre del año 2015, en la caleta de San José con apoyo de los pescadores artesanales. Las rayas fueron pescadas con una red de enmalle de 30 m. de profundidad con luz de malla de 9 in. Una vez obtenidos los organismos, se identificaron haciendo uso de guías de mano especializadas. Para diferenciar a la raya águila chilena de la raya águila peruana (*M. peruvianus*), con la cual tiene parentesco, se observó la terminación del rostro siendo en punta para la raya águila peruana y en forma de platillo para la raya águila chilena. Además, se observaron los dientes de la mandíbula superior, siendo de 7 hileras verticales para la raya águila peruana y de 8 a 11 para la raya águila chilena (Chirichigno y Vélez, 1998). Se logró colectar 77 estómagos de raya águila. De los organismos muestreados, se midió el ancho del disco y la longitud del cuerpo (Figura 1), se observó la presencia o ausencia de clasper para la diferenciación del sexo y por último se procedió a abrir el abdomen del organismo para extraer el estómago junto a la válvula para evitar pérdida del contenido. Los extremos de los estómagos extraídos fueron amarrados con pabilo y se les inyectó alcohol al 96% para preservar el contenido hasta su revisión en laboratorio.

5.3 Procesamiento de muestras

El procesamiento se dio en el laboratorio de Biología Marina en la Universidad Científica del Sur y en el laboratorio de Ecología Trófica de IMARPE. Los estómagos fueron disectados y se extrajo el contenido estomacal limpiando los líquidos estomacales con agua corriente en tamices de 500 micras, luego el contenido se colocó en frascos con alcohol al 96% para su revisión.

Las presas encontradas en los estómagos fueron contadas y pesadas usando una balanza electrónica (precisión de 0.01g). Luego, se identificaron hasta el menor taxón posible usando claves taxonómicas para peces (Chirichigno y Velez, 1998), para estomatópodos (Chirichigno, 1970; Salgado-Barragán y Hendrickx, 1986), para crustáceos (Chirichigno, 1970; Moscoso, 2010), para otolitos (García-Godos, 2001) y para picos de cefalópodos (Xavier y Cherel, 2009).

5.4 Muestra mínima

Para evaluar la calidad de muestreo se determinó el tamaño mínimo de muestra, la cual es la relación del esfuerzo de muestreo y el número de especies encontradas. Se realizaron primero 1000 permutaciones para obtener una nueva matriz con la estimación de especies observadas acumuladas, seguido de una aleatorización. Después se realizó una función que describe la acumulación de especies que se observaron en los estómagos de raya.

Finalmente se utilizó el modelo asintótico de Clench (1979), con el cual se estimó el coeficiente de determinación comprobando que los datos se ajustan al modelo si el coeficiente es cercano a 1 (Jimenez-Valverde y Hortal, 2003), y luego se estimó la pendiente de la curva (Soberón y Llorente, 1993) para comprobar si con el número de muestras se puede determinar la dieta, siendo así si la pendiente resulta ser menor de 0.1.

La fórmula para lograr el algoritmo de Clench es la siguiente:

$$S_{[x]} = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

Siendo:

“ $S_{[x]}$ ”: el coeficiente de determinación, riqueza de especies acumuladas observadas y aleatorizadas;

“ n ”: la unidad de muestreo, contenidos estomacales acumulados y ordenados;

“ a ”: la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y

“ b ”: el parámetro relacionado con la pendiente de la curva.

5.5 Análisis de contenido

La estratificación por estación se definió por: verano (de enero a marzo), otoño (de abril a junio), invierno (de julio a setiembre) y primavera (de octubre a diciembre). Para observar la influencia de la madurez sexual, se determinó la madurez de los individuos según los resultados encontrados por Castañeda (1994). Entonces, a partir de los 115 cm se considera que un individuo era maduro.

Con respecto a la influencia de la talla en la dieta, no se utilizó la longitud total debido a que en ciertos casos la cola de la rayas se encontraba dañada y esto afectaría en el análisis. Por lo tanto, a partir del ancho de disco se generaron rangos de tallas, estas categorías de tallas fueron generadas a partir del agrupamiento de clases de talla por la regla de Sturge (Scherrer, 1984) siendo:

$$NC = 1 + (3.3/\log N)$$

Donde:

“NC”: es el número de clases o rangos y

“N”: es el número de muestras.

Además para saber el valor del intervalo de clases se usó la siguiente fórmula:

$$I = (AD_{\max} - AD_{\min}) / NC$$

Donde:

“I”: es el tamaño de intervalo de clases y

“AD”: es la longitud del ancho de disco.

Con ello se generaron en total nueve intervalos que fueron agrupados en tres rangos de talla, Talla I (<83.5cm), Talla II (83.6cm a 124.5cm) y Talla III (>125.6cm).

Para cada tipo de presa identificada en la alimentación de la raya águila chilena se aplicaron los siguientes índices (Hyslop, 1980) para evaluar la relevancia de cada taxa encontrada en la dieta de la raya águila chilena.

- Índice de número en porcentaje (%N):

$$\%N = (i / n) * 100$$

Siendo:

“i”: el número de individuos de un ítem presa encontrados y

“n”: el número total de ítems presas encontrados.

- Índice de peso en porcentaje (%P):

$$\%P = (w / wt) * 100$$

Siendo:

“w”: el peso total de todos los individuos de un ítem presa y

“wt”: el peso total de todos los ítems presas encontrados.

- Índice de frecuencia de ocurrencia en porcentaje (%FO):

$$FO_n = i_n / e$$

$$\%FO_n = (FO_n / \sum FO) * 100$$

Siendo:

“FO_n” la frecuencia de ocurrencia del ítem presa “n”,

“i”: el número de estómagos que presentaron el ítem presa “n”,

“e”: el número total de estómagos con contenido y

“∑FO” la suma de la frecuencia de ocurrencia de todas las presas.

- Índice de Importancia Relativa en porcentaje (%IIR):

$$IIR = (\%N + \%P) * \%FO$$

Para identificar la presa más significativa. Siendo:

“%N”: el índice de número en porcentaje,

“%P”: índice de peso en porcentaje y

“%FO”: la frecuencia de ocurrencia en porcentaje.

Luego, este índice se transformó a porcentaje (%IIR) para una mejor visualización de los datos y comparación con otros estudios (Clarke, 1993):

$$\%IIR = 100 * (IIR_i / \sum IIR)$$

Finalmente, se graficó la información trófica a partir de los índices de %N, %P y %FO en tres dimensiones para analizar la estrategia alimentaria (Navarro-Gonzales *et al.*, 2012).

5.6 Análisis estadístico

Se empleó el software PRIMER v6.0 para comparar y determinar el traslapamiento trófico entre sexos, tallas, estadios de madurez y estación (Clarke y Gorley, 2006; Clarke y Warwick, 1994).

Primero, se utilizó el índice de Bray-Curtis (Bloom, 1981), con la que se obtuvo una matriz de semejanza ecológica, para analizar la similitud en la dieta de las rayas. Luego, se aplicó la rutina CLUSTER a la matriz de semejanza para obtener una clasificación multivariada de los datos. Este resultado será validado mediante la rutina SIMPROF, que define grupos de alta similitud posible según la matriz inicial y otra de correlación (Clarke y Green, 1988). Se procesó también con un nMDS para obtener el diagrama de ordenación multivariada de la dieta.

Finalmente, se utilizaron las variables sexo, talla, estadio de madurez y estación para saber cómo impacta en el espectro trófico mediante la rutina ANOSIM, el cual es un equivalente no paramétrico del ANOVA. Se procedió SIMPER como prueba post-hoc, para la identificación de la o las variables responsables de la variabilidad, si la hubiera, según sexo, talla, estadio de madurez y estación.

Adicionalmente se utilizó la rutina RELATE, con el índice de correlación de Spearman, para comprobar si existe concordancia entre las matrices de peso y abundancia. Este análisis utiliza la matriz de semejanza ecológica para evaluar si los valores obtenidos en peso y abundancia están relacionados o si existe alguna posible discordancia (Clarke, 1993).

5.7 Amplitud de dieta

La amplitud de nicho trófico se calculó a través del índice de Levín (B_i), que permite saber si se trata de una especie generalista o especializada (Krebs, 1989).

$$B_i = 1 / n-1 * [(1 / \sum P_{ij}^2) - 1]$$

Siendo:

“ B_i ”: el índice de Levin para el depredador “ i ”,

“ P_{ij} ”: la proporción de la presa “ j ” en la dieta del depredador “ i ” y

“ n ”: el número de especies presa.

5.8 Estimación nivel trófico

El nivel trófico de la especie, entre sexos y madurez se calculó utilizando la siguiente fórmula (Christensen y Pauly, 1992):

$$N_T = 1 + (\sum DC_{ij}) * (NT_j)$$

Siendo:

“ DC_{ij} ” la composición de la dieta como la proporción de presas “ j ” en la dieta del depredador “ i ” y

“ NT_j ” el nivel trófico de las presas “ j ”.

VI. RESULTADOS

6.1 Descripción general del muestreo

Se colectaron 77 estómagos de raya águila chilena, de los cuales 72 (93.5%) presentaron contenido estomacal y sólo 5 (6.5%) se encontraron vacíos. De los estómagos recolectados, se obtuvieron valores cercanos entre las muestras de machos (52.8%) y hembras (47.2%) (Tabla 1). Con respecto al número de estómagos por estadio de madurez, se obtuvo mayor número de muestras de rayas inmaduras (63.9%) que de maduras (36.1%). Entre rangos de talla, el rango con menor número de muestras fue Talla III, mientras que para Talla I y Talla II se obtuvieron la misma cantidad de muestras (Tabla 2). Mientras que para las estaciones (Tabla 2), el mayor número de muestras fue para verano, sin embargo no se lograron obtener muestras para otoño.

Tabla 1: Número de estómagos con contenido obtenidos de la raya águila chilena por sexo y estadio de madurez en la caleta de San José (2015).

Estadio de madurez	Macho	Hembra	Total
Inmaduro	25	21	46
Maduro	13	13	26
	38	34	72

Tabla 2: Número de estómagos con contenido obtenidos de la raya águila chilena según rangos de talla y estación en la caleta de San José (2015).

Rangos de talla	Verano	Invierno	Primavera	Total
Talla I	15	3	11	29
Talla II	18	4	7	29
Talla III	3	6	5	14
	36	13	23	72

6.2 Composición dietaria

La dieta de la raya águila chilena presentó un espectro trófico compuesto por 24 ítems presas que se detalla según estación en la Tabla 3 y según rangos de talla en la Tabla 4. Los ítems presa más resaltantes fueron: teleósteos no identificados (*n/i*), gastrópodos *n/i*, anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), jaiba puñete (*Hepatus kossmanni*) y cangrejo violáceo (*Cancer porteri*).

6.3 Muestra mínima

Se aplicó el modelo de Clench para determinar si el número de muestras fue el necesario para conocer la diversidad trófica de la alimentación de la raya águila chilena (Figura 4), mediante una rutina elaborada en entorno de programación R. Según el coeficiente de determinación ($R^2=0.995$) los datos sí tienen un buen ajuste al modelo obtenido. Además, la pendiente ($b=0.0417$) es menor de 0.1, indicando que el esfuerzo de muestreo de estómagos ha sido el adecuado. Al relacionar el número presas observadas ($S=24$) con la asíntota ($a/b=30.95$) se determinó que se ha observado el 77.5% de ítems presa en los contenidos estomacales de la raya águila chilena.

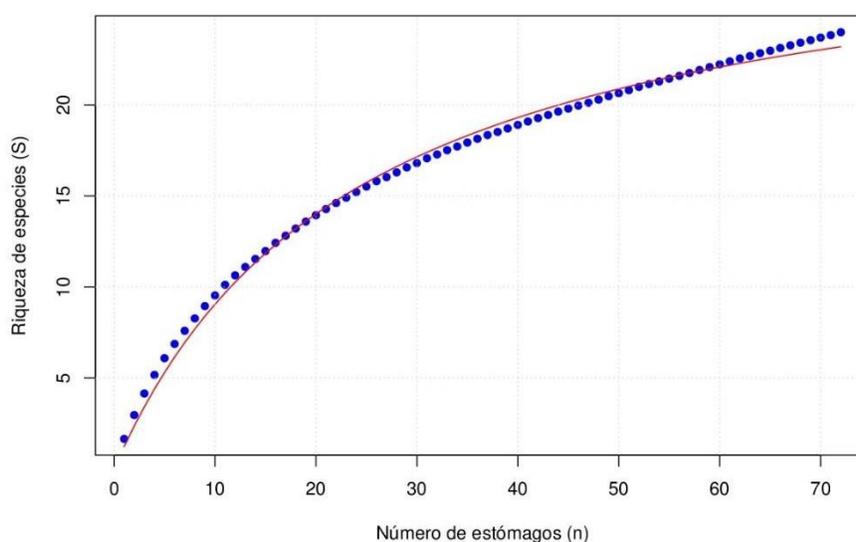


Figura 4: Curva acumulativa de ítems presa de la raya águila chilena en el 2015, ajustada a la función de Clench (puntos azules = data observada; línea roja = data esperada).

6.4 Espectro trófico según estación

Según los índices aplicados para determinar la contribución de las presas (Tabla 3) la más importante en el verano en términos de número y peso fue la anchoveta peruana (Figura 5) y con mayor importancia según IIR% (Figura 6). Sin embargo los teleósteos n/i fueron el ítem presa con mayor valor de frecuencia de ocurrencia. En invierno la presa con mayor porcentaje tanto en número, peso, frecuencia de ocurrencia e IRI fue la jaiba paco, seguido por el ítem malacostraca n/i.

Finalmente, en primavera los valores de los índices no superaron el 40%. La merluza (*Merluccius gayi peruanus*) fue el ítem que obtuvo mayor porcentaje en peso, mientras que gastrópoda n/i obtuvo mayor porcentaje tanto en número como en frecuencia de ocurrencia (Tabla 4). Con ello, se observa que ambos grupos son representativos en la dieta de primavera, pero según el IIR%, las presas de mayor importancia fue el ítem gastrópoda n/i seguido por el cangrejo violáceo y en tercer lugar la merluza.

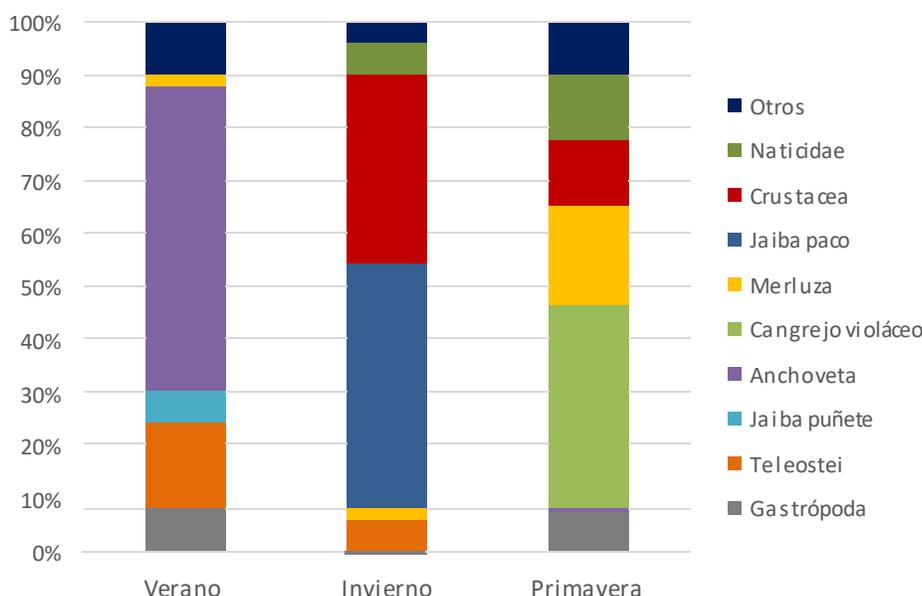


Figura 5: Agrupamiento en porcentaje del peso de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por estación.

Tabla 3: Composición dietaria de la raya águila chilena en la caleta de San José según estación expresado en %N = Índice de número en porcentaje, %P = Índice de peso en porcentaje, %FO = Índice de frecuencia de ocurrencia en porcentaje e IIR = Índice de Importancia Relativa. En negrita los mayores porcentajes para cada estación. *n/i: no identificados.

Taxa	Verano				Invierno				Primavera			
	%N	%P	%FO	IIR	%N	%P	%FO	IIR	%N	%P	%FO	IIR
Moluscos												
Gastrópodos												
Gastrópodos n/i	7.3	6.4	8.8	120.4	5.6	0.9	9.5	61.6	23.8	9.1	26.7	877.5
Fam. Muricidae												
Muricidae n/i	4.1	0.1	1.5	6.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fam. Naticidae												
Naticidae n/i	-	-	-	-	5.6	6.6	9.5	115.3	7.1	12.3	10.0	194.4
Bivalvia												
Bivalvos n/i	6.1	1.5	1.5	11.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephalopoda												
Orden Teuthida												
Teuthidos n/i	0.8	0.9	2.9	4.9	2.8	1.3	4.8	19.3	-	-	-	-
Gen. Doriteuthis	2.0	1.9	4.4	17.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea												
Crustacea n/i	-	-	-	-	8.3	35.3	14.3	623.4	7.1	12.7	10.0	198.6
Orden Decapoda												
Fam. Calappidae												
Calappidae n/i	-	-	-	-	2.8	1.3	4.8	19.3	-	-	-	-
Jaiba paco (<i>Mursia gaudichaudii</i>)	-	-	-	-	52.8	46.6	28.6	2839.4	-	-	-	-
Fam. Aethridae												
Jaiba puñete (<i>Hepatus kossmanni</i>)	3.2	6.6	8.8	86.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Cangrejo (<i>Hepatus chilensis</i>)	1.2	1.1	1.5	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hepatus</i> sp.	0.4	0.4	1.5	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Fam. Cancridae												

Tabla 3: Continuación

Cangrejo violáceo (<i>Cancer porteri</i>)	0.8	0.5	2.9	3.9	-	-	-	-	14.3	34.2	13.3	645.8
Fam. Paguridae												
Cangrejo ermitaño (<i>Pagurus perlatus</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	21.4	1.1	3.3	75.1
Orden Stomatopoda												
Stomatopodos n/i	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	1.1	3.3	11.6
Fam. Parasquillidae												
Camarón brujo (<i>Pseudoquillopsis lessonii</i>)	1.2	0.2	4.4	6.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fam. Squillidae												
Camarón mantis (<i>Squilla parva</i>)	0.4	0.2	1.5	0.8	-	-	-	-	2.4	0.3	3.3	8.8
<i>Squilla</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	0.3	3.3	8.9
Teleostei												
Teleósteos n/i	12.6	17.6	29.4	885.9	13.9	4.7	14.3	266.4	4.8	0.6	6.7	35.9
Fam. Scombridae												
Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	-	-	-	-	2.8	1.5	4.8	20.1	-	-	-	-
Fam. Paralychthyidae												
<i>Paralichthys</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	4.1	3.3	21.7
Fam. Engraulidae												
Anchoveta peruana (<i>Engraulis ringens</i>)	58.3	57.9	25.0	2907.0	-	-	-	-	4.8	2.9	6.7	51.6
Fam. Merlucciidae												
Merluza (<i>Merluccius gayi</i>)	0.8	1.9	2.9	7.9	5.6	1.9	9.5	70.9	4.8	19.1	6.7	159.3
Fam. Congriidae												
Congrio (<i>Xenomystax atrarius</i>)	0.8	2.9	2.9	10.9	-	-	-	-	2.4	2.2	3.3	15.2
Total de ítems presa			15				9				13	

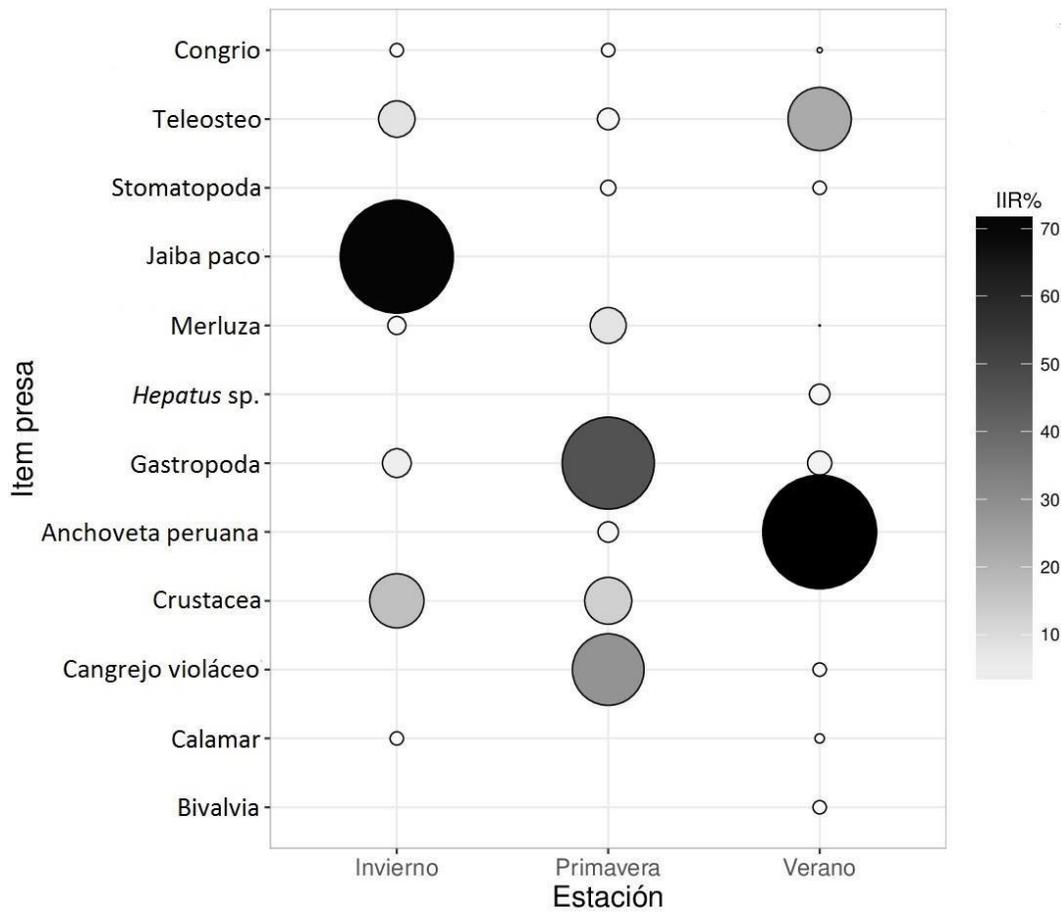


Figura 6: Índice de importancia relativa en porcentaje (IIR%) de los ítems presas encontrados en la raya águila chilena por estación muestreada.

6.5 Espectro trófico según rango de tallas

Los índices indicaron que para el rango Talla I la presa de mayor relevancia tanto en peso como en abundancia fue la anchoveta peruana (Tabla 4) mientras que los gastrópodos n/i tuvieron mayor ocurrencia. Junto a ellos, otra presa representante fue Naticidae n/i, la cual disminuyó su presencia en tallas mayores (Figura 7). Sin embargo, para la Talla I las presas de mayor importancia por IIR% fueron la anchoveta peruana seguida de teleósteos n/i (Figura 8).

Con respecto al rango Talla II, la presa de mayor predominancia en peso y abundancia fue la anchoveta peruana mientras que los teleósteos n/i tuvieron mayor ocurrencia. Las mismas presas fueron las que obtuvieron mayor importancia según IIR%. Sin embargo, también se debe resaltar una mayor presencia de crustáceos n/i para esta talla.

Finalmente para el rango Talla III, fueron los gastrópodos n/i los que aportaron más en abundancia, mientras que el ítem malacostraca n/i aportó tanto en ocurrencia como en peso. Otra presa relevante fue la jaiba paco, la cual tuvo una menor presencia en tallas menores. Fue notoria la disminución en la presencia de teleósteos n/i.

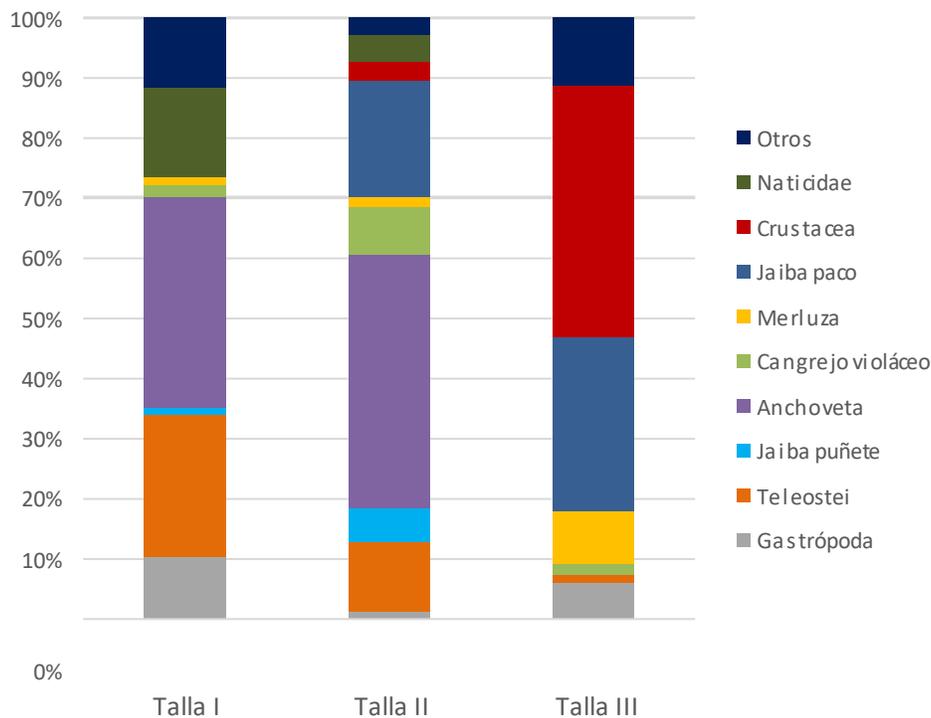


Figura 7: Agrupamiento en porcentaje del peso de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por rangos de talla.

Tabla 4: Composición dietaria de la raya águila chilena en la caleta de San José según rangos de talla expresado en %N = Índice de número en porcentaje, %P = Índice de peso en porcentaje, %FO = Índice de frecuencia de ocurrencia en porcentaje e IIR = Índice de Importancia Relativa. En negrita los mayores porcentajes para cada estación. *n/i: no identificados.

Taxa	Talla I				Talla II				Talla III			
	%N	%P	%FO	IIR	%N	%P	%FO	IIR	%N	%P	%FO	IIR
Moluscos												
Gastrópodos												
Gastrópodos n/i	15.7	10.3	24.4	634.0	2.9	10.3	5.9	77.7	23.3	6.0	11.5	338.1
Fam. Muricidae												
Muricidae n/i	-	-	-	-	-	-	-	-	13.7	0.2	3.9	52.9
Fam. Naticidae												
Naticidae n/i	4.8	14.8	9.8	191.1	0.6	4.5	2.0	9.9	-	-	-	-
Bivalvia												
Bivalvos n/i	-	-	-	-	-	-	-	-	20.6	1.8	3.9	85.9
Cephalopoda												
Orden Teuthida												
Teuthidos n/i	2.4	5.8	2.4	19.9	0.6	0.1	1.9	1.2	-	-	-	-
Gen. Doriteuthis	-	-	-	-	1.2	0.1	3.9	4.5	4.1	2.4	3.9	24.9
Crustacea												
Crustacea n/i	-	-	-	-	1.2	3.1	3.9	16.6	5.5	42.2	15.3	734.2
Orden Decapoda												
Fam. Calappidae												
Calappidae n/i	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	1.5	3.9	11.1
Jaiba paco (<i>Mursia gaudichaudii</i>)	-	-	-	-	4.6	19.4	5.9	141.2	15.1	29.3	11.5	511.9
Fam. Aethridae												
Jaiba puñete (<i>Hepatus kossmanni</i>)	1.2	1.1	2.4	5.6	4.0	5.6	9.8	94.5	-	-	-	-
Cangrejo (<i>Hepatus chilensis</i>)	-	-	-	-	1.7	1.0	1.9	5.3	-	-	-	-
<i>Hepatus</i> sp.	1.2	1.2	2.4	5.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Fam. Cancridae												

Tabla 4: Continuación

Cangrejo violáceo (<i>Cancer porteri</i>)	3.6	2.1	7.3	41.8	2.3	7.9	3.9	40.4	1.4	1.8	3.9	12.1
Fam. Paguridae												
Cangrejo ermitaño (<i>Pagurus perlatus</i>)	10.8	0.9	2.4	28.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Orden Stomatopoda												
Stomatopodos n/i	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.4	3.9	6.8
Fam. Parasquillidae												
Camarón brujo (<i>Pseudoquillopsis lessonii</i>)	1.2	0.3	2.4	3.6	1.2	0.1	3.9	4.7	-	-	-	-
Fam. Squillidae												
Camarón mantis (<i>Squilla parva</i>)	1.2	0.4	2.4	3.9	-	-	-	-	1.4	0.2	3.9	5.6
<i>Squilla</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.1	3.9	5.7
Teleostei												
Teleósteos n/i	16.9	23.7	21.9	890.9	12.6	23.7	27.5	998.2	2.7	1.5	7.7	32.7
Fam. Scombridae												
Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	1.7	3.9	11.8
Fam. Paralychthyidae												
<i>Paralichthys</i> sp.	-	-	-	-	0.6	1.2	1.9	3.4	-	-	-	-
Fam. Engraulidae												
Anchoveta peruana (<i>Engraulis ringens</i>)	38.6	34.9	17.1	1255.7	65.5	42.3	23.5	2536.2	-	-	-	-
Fam. Merlucciidae												
Merluza (<i>Merluccius gayi</i>)	1.2	1.4	2.4	6.3	0.6	1.5	1.9	4.1	5.5	8.9	15.4	221.5
Fam. Congriidae												
Congrio (<i>Xenomystax atrarius</i>)	1.2	3.1	2.4	10.4	0.6	0.6	1.9	2.3	1.4	2.2	3.9	13.7
Total de ítems presa			13				15				15	

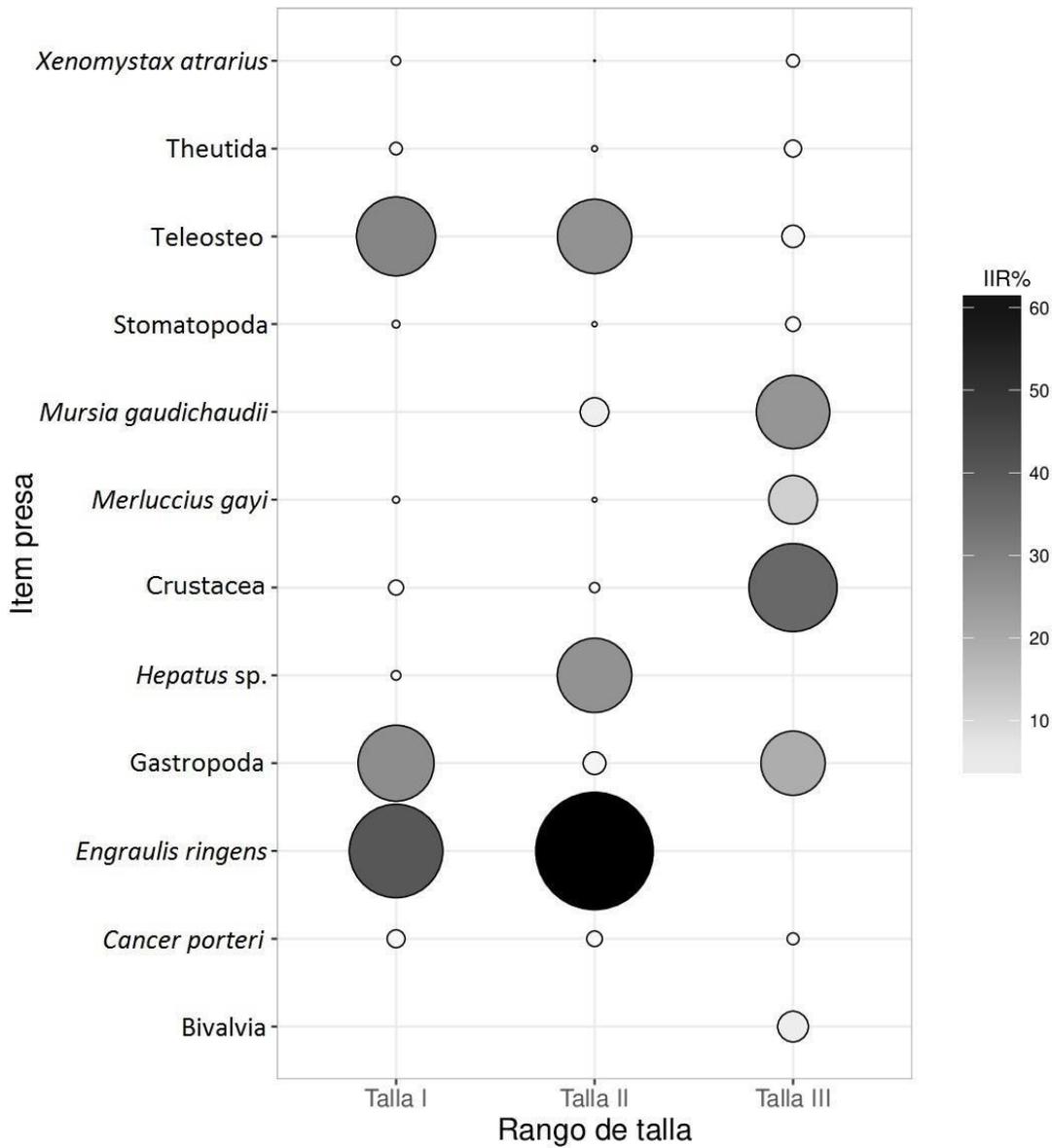


Figura 8: Índice de importancia relativa en porcentaje (IIR%) de los ítems presas encontrados en la raya águila chilena por rangos de talla muestreada.

6.6 Análisis de similitud

El test de RELATE dio como resultado que la matriz de peso y abundancia están correlacionadas ($R=9.986$, $p=0.1\%$) lo que quiere decir que ambas matrices nos mostrarán los mismos resultados por lo que a partir de este punto se mostrarán solamente los resultados en peso. Los resultados obtenidos en abundancia se detallan en los anexos.

Tabla 5: Valores obtenidos en la prueba ANOSIM en datos de peso de ítems presa de la raya águila chilena. En negrita los valores significativos.

Variables	R	p value
Estadío de Madurez	0.086	0.8%
Rango de tallas	0.131	0.1%
Sexo	0.044	2.7%
Estación	0.266	0.1%

El ordenamiento espacial (nMDS) presentó un coeficiente de Stress de 0.07, indicando que los datos se pueden utilizar para ser interpretados. El ANOSIM resultó con significancia entre todas las variables ($p < 5\%$), estadío de madurez, sexo, rangos de talla y estación (Tabla 5). Sin embargo, entre estadío de madurez y sexo no hubo diferencias.

Por otro lado, sí se encontraron diferencias significativas en las variables estación ($R = 0.266$, $p = 0.1\%$) y rangos de talla ($R = 0.131$, $p = 0.1\%$). Estos resultados son reforzados con los valores de similitud obtenidos con la prueba de agrupamiento CLUSTER, en conjunto con la prueba SIMPROF, las cuales son menores del 45% entre las tres estaciones y menor del 40% entre los tres rangos de talla.

Al aplicar la prueba SIMPER a los datos considerando las variables estación y rangos de talla como factores, se logró saber cuáles ítems son los que contribuyen a las diferencias encontradas los cuales se detallan en la Tabla 6 para las estaciones y en la Tabla 7 para los rangos de talla.

Tabla 6: Resultados de SIMPER considerando el peso de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre las estaciones y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias.

Ítem (P)	Verano	Invierno	Primavera
Jaiba paco	-	78.4%	-
Gasterópoda n/i	-	-	60.2%
Teleósteos n/i	48.6%	5.0%	-
Anchoveta peruana	44.3%	-	-
Cangrejo violáceo	-	-	16.2%
Naticidae n/i	-	6.9%	6.5%
Crustacea n/i	-	-	9.1%
Total	92.9%	90.3%	92.0%

El ítem que diferenció a verano de las demás estaciones fue teleósteo n/i, mientras que para invierno fue la jaiba paco (Tabla 6). Y para primavera fueron los gasterópodos n/i. Para el caso de los rangos de talla, los gasterópodos n/i fueron los que aportaron en la diferencia de los individuos de menor tamaño (Tabla 7), y los teleósteos n/i en el caso de los medianos y los de mayor tamaño.

Tabla 7: Resultados de SIMPER considerando el peso de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre los rangos de talla y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias.

Ítem (P)	Talla I	Talla II	Talla III
Teleósteo n/i	30.6%	41.7%	-
Gastrópoda n/i	37.9%	-	-
Anchoveta peruana	22.2%	47.0%	-
Merluza	-	-	37.4%
Crustacea n/i	-	-	28.6%
Jaiba paco	-	-	24.9%
Jaiba puñete	-	5.8%	-
Total	90.8%	94.6%	90.9%

6.7 Amplitud de dieta

Los valores obtenidos para el índice de Levin (Tabla 8) indican que la raya águila chilena es un depredador especialista ($B_i < 0.6$; Krebs, 1989) para la zona norte de Perú. Aun así, se pueden observar diferencias entre los valores, conforme va cambiando de estación el índice va aumentando, siendo mayor la amplitud en primavera que en verano. Por otro lado, entre los rangos de talla, se observa que la amplitud de dieta se mantiene similar en los tres rangos.

Tabla 8: Amplitud de dieta de la raya águila chilena por índice de Levin (B_i) según estación, rangos de talla durante el 2015.

	2015	Estación			Rango de Tallas		
		Verano	Invierno	Primavera	Talla I	Talla II	Talla III
Levin (B_i)	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3

6.8 Nicho trófico

El nivel trófico para la raya águila chilena durante el 2015 fue de 4.1 (Tabla 9). Según la estación, el nivel trófico en verano fue el mayor, mientras que en invierno se obtuvo el menor nivel trófico. Según el rango de talla, a medida que la raya águila chilena va creciendo su nivel trófico tiende a disminuir ligeramente.

Tabla 9: Nivel trófico (N_T) de la raya águila chilena según estación, rangos de talla durante el 2015.

	2015	Estación			Rangos de Talla		
		Verano	Invierno	Primavera	Talla I	Talla II	Talla III
Nivel Trófico	4.1	4.4	3.7	4.1	4.5	4.2	3.8

VII. DISCUSIÓN

7.1 Tamaño de la muestra

Los valores del coeficiente de determinación y la pendiente de la curva han mostrado un buen ajuste en el modelo para evaluar el tamaño de muestreo. La asíntota estimada resultó de 30.95 especies, valor que difiere de los ítem presa que se observaron (24 ítems) en las rayas evaluadas en este trabajo. Se estimó que durante el presente estudio se obtuvo el 77.5% de especies presa con 72 estómagos analizados. Sin embargo, para lograr abarcar el 85% de ítems presa el modelo indica que es necesario subir el número de estómagos evaluados a 136. En resumen, estos resultados indican que para aumentar en aproximadamente un 7.5% el conocimiento sobre las especies presa de la raya águila chilena se debería muestrear 64 estómagos adicionales que probablemente signifique el doble de costo económico y temporal. No obstante, la pendiente ($b=0.0417$) indicó que el esfuerzo de muestreo realizado fue el adecuado.

7.2 Composición dietaria

Los cambios estacionales en la composición de la dieta, sugieren cambios en la estrategia de alimentación. En verano se asoció mayormente con el subsistema pelágico al alimentarse de anchoveta peruana, mientras que en invierno y primavera desplegó un comportamiento de depredador sobre la fauna bentónica, como habitualmente lo hacen los Myliobatiformes (De la Rosa-Meza *et al.*, 2013; Barbini *et al.*, 2011; Navia *et al.*, 2011).

Al respecto, existe amplia literatura que demuestra la tendencia bentófaga de los Myliobatiformes. De la Rosa-Meza *et al.* (2013) mencionan que las presas dominantes en *Rhinobatos glaucostigma* son especies bentónicas y con una baja presencia de peces. Sucede lo mismo para especies como *Rhinoptera steindachneri*, *Dasyatis diptera*, *Urotrygon aspidura*, *U. nana* y *U. rogersi* donde son los crustáceos, moluscos y en menor nivel los poliquetos las presas más importantes y con presencia poco relevante de teleósteos (Navarro-Gonzales *et al.*, 2012, Navia *et al.*, 2011). Mientras que la especie *D. longati* tiene una preferencia por

camarones (Penaeidae) dejando en segundo lugar a los teleósteos, seguido por estomatópodos (Lopez-García *et al.*, 2012).

Dentro del género *Myliobatis* también se puede observar la misma tendencia a las presas demersales. Para *M. californica*, Gray *et al.* (1997) encontraron que las presas más comunes son los poliquetos, bivalvos y crustáceos. Para *M. aquila*, Jardas *et al.* (2004) mencionan que fueron los poliquetos las presas de más importancia seguidos de bivalvos y gastrópodos, mientras que Valls *et al.* (2011) encontraron a crustáceos y bivalvos como las presas más importantes para la misma especie de raya, en ambos trabajos tomaron a los teleósteos como presa incidental. Y por último, Jacobsen y Bennett (2013) muestran que los moluscos son la principal presa de *M. freminvillei*, *M. aquila*, *M. australis* y *M. californica*. Del mismo modo, la morfología en conjunto a la habilidad de alimentación de ciertas rayas está especializada para tener una alimentación con hábitos bentófagos (Summer, 2000; Wilga y Motta, 1998). Además, Torres (1978) encuentra que las rayas águila chilena y peruana se alimentan principalmente de moluscos en la misma área de estudio de esta tesis.

Sin embargo, en este trabajo se encontró que los teleósteos, principalmente la anchoveta peruana, fueron presas de gran importancia en la dieta de la raya águila chilena durante el verano. En este caso, los peces se han observado como las alimento con mayor representatividad de batoideos de gran tamaño como los de los géneros *Amblyraja*, *Bathyraja*, *Dasyatis* y *Zearaja* (e.g., Orlov, 1998, Koen-Alonso *et al.*, 2001, Dolgov, 2005; Ebert y Bizzarro, 2007). Así mismo, Castañeda (1994), registró mayor presencia de peces en la raya águila chilena, y por tanto una mayor variedad de presas, en su dieta entre noviembre 1991 y junio 1992, durante un evento El Niño, tal como ha sido registrado en el 2015, aunque con intensidad moderada para la primera mitad del año (SENAMHI, 2015b), meses en los cuales se encontró mayor número de teleósteos como ítem presa. En importante recalcar que también la profundidad de la red utiliza para la captura de rayas en este trabajo pudo influenciar en el resultado final pues la misma se encuentra en una zona pelágica, de 30 metros. Esto pudo haber afectado en el resultado final al tener una

mayor posibilidad de muestrear aquellas rayas que se encontraban alimentándose de presas pelágicas.

Con esto, se puede inferir que el hábito alimenticio de la raya águila chilena no se ha mantenido como la de un depredador bentófono como se esperaba sino con mayor versatilidad y resultando similar al de rayas con tendencias ictiófagas, desplegando una alta especialización en explotar las presas disponibles en el medio, tal como ha sido demostrado en otras rayas del género *Myliobatis*, con mayor ingesta de bivalvos (Gray *et al.*, 1997) o moluscos (Jardas *et al.*, 2004).

7.3 Espectro trófico según estación

El análisis de ANOSIM indicó que no existen diferencias significativas entre las variables sexo y madurez, mientras que para las variables estación y rangos de talla sí se encontraron diferencias significativas (Tabla 5). La variación de la dieta por efectos temporales ya ha sido ampliamente documentada (Wetherbee y Cortés, 2004). Al observar la amplitud de la dieta de la raya águila por estación (Tabla 8), se puede notar una alimentación especializada durante verano ($B_i = 0.1$) con el nivel trófico más alto ($N_T=4.4$). Esta especialización disminuye para invierno ($B_i = 0.2$) con menor nivel trófico ($N_T=3.7$) y hacia la primavera es algo menos especializada ($B_i = 0.3$) manteniendo su nivel trófico cercano a verano ($N_T=4.1$). Según lo manifestado por Crowder y Cooper (1982), la dieta de un depredador puede orientarse a la especialización cuando una presa específica tiene la mayor abundancia en el ambiente y se torna asequible, lo que estaría explicando la alta especialización en el verano reflejado en la ingesta de teleósteos.

No obstante, la anchoveta peruana es una especie netamente planctófaga y está asociada mayormente con la capa de agua cercana a la superficie (Espinoza, 2014) mientras que las rayas son predominantemente bentófagas (Summer, 2000; Wilga y Motta, 1998), llamando la atención la relación depredador-presa registrada entre ambas especies. Al respecto, Wetherbee y Cortés (2004) mencionan que las diferencias estacionales en la dieta reflejan la migración de parte del depredador o la presa. Por esta razón se puede suponer que la raya águila chilena tiene un

comportamiento no sólo bentónico sino también pelágico, con migración vertical, para poder alimentarse de anchovetas. Según Rosenberger (2001), la dinámica de desplazamiento de las rayas de gran tamaño les permitiría no solo levantarse de los fondos y mantenerse en las cercanías sino también desplazarse hacia las capas superiores.

Adicionalmente, durante el 2015 se registró un evento El Niño moderado a lo largo de todo el año (SENAMHI, 2015a, b, c), que en opinión de Vélez *et al.* (1988), alteran el ambiente y en consecuencia las especies modifican su desplazamiento en sentido vertical y horizontal. Esta modificación en sus desplazamientos, impactan moderadamente a la fauna de zonas profundas (Espino, 1990) siendo favorable para el desarrollo de algunas especies mientras que otras realizan también migración verticales a zonas más profundas (Arntz y Valdivia, 1985).

7.4 Espectro trófico según rango de tallas

La tendencia a la disminución del nivel trófico a mayores rangos de talla (Tabla 9) al parecer se asocia con la especialización en la raya águila chilena durante el periodo de estudio. Es bastante conocido que la dieta en varias especies de rayas presenta diferencias significativas con el incremento del tamaño de los individuos (Scharf *et al.*, 2000; Brickle *et al.*, 2003; White *et al.*, 2004; Dolgov, 2005; Navia *et al.*, 2011; Lopez-García *et al.*, 2012). Este tipo de cambio en la dieta se atribuye a una gran variedad de factores, incluyendo la dureza del alimento, cambios en las condiciones del hábitat, incrementa del tamaño de la presa y diferencias en el hábitat ocupado por juveniles y adultos (Grubbs, 2010).

Al contabilizar el número de muestras por rangos de talla y estación (Tabla 2), se puede observar que se obtuvo un mayor número de estómagos para rayas de Talla I y II, y menor número para los de Talla III. Además, las muestras de rayas de menor tamaño abarcan tanto verano como primavera. En verano se obtuvo un mayor valor en nivel trófico debido a la alta abundancia de teleósteos n/í, mientras que en invierno se observó la dieta menos especializada debido a la alta diversidad de presas. Con esto, se sugiere que los resultados observados por rangos de talla

han quedado sesgados debido a la presencia de ciertas tallas para ciertas estaciones, aludiendo que la distribución o presencia de la especie puede ser dependiente de la estación.

7.5 Estrategia alimentaria

Con respecto a la amplitud de dieta, las especies de rayas pertenecientes al orden Myliobatiformes tienen el comportamiento de un cazador (Wetherbee y Cortés, 2004; Jacobsen y Bennett, 2013) y son en su mayoría depredadores con un espectro trófico amplio y una dieta dominada por organismos de zonas epibentónicas (Lopez-García *et al.*, 2012; Navarro-Gonzales *et al.*, 2012; Navia *et al.*, 2011). Asimismo, las rayas tienen un nivel trófico promedio bajo (<4), pasando a ser consumidores secundarios (De la Rosa-Meza *et al.*, 2013).

Los resultados de esta tesis indican que la raya águila chilena desplegó hábitos de alimentación especializados gran parte del año 2015 con una corta amplitud de dieta ($B_i = 0.2$, Tabla 8). En gran parte de la literatura encontrada, las rayas del orden Myliobatiformes resultan tener también hábitos alimentarios especializados (Navia *et al.*, 2011; Lopez-García *et al.*, 2012; De la Rosa-Meza *et al.*, 2013; Jacobsen y Bennett, 2013; Ebert y Bizzarro, 2007). Sin embargo, algunas especies del género *Myliobatis* despliegan estrategias de depredadores generalistas con predominancia de moluscos (Jardas *et al.*, 2004; Gray *et al.*, 1997).

Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, este estudio fue realizado durante un evento El Niño. Se ha documentado las migraciones que realizan las especies afectadas por el evento El Niño, los peces demersales se suelen profundizar aún más y el espacio dejado será ocupado por otros recursos (Espino, 1990), entre ellas la anchoveta peruana que se desplaza hacia el fondo mezclándose con la fauna demersal (Vélez y Zeballos, 1985). Con estas premisas, se puede inferir que la alta abundancia de anchoveta peruana en la alimentación de la raya águila chilena en verano es el resultado de la migración en profundidad de la anchoveta a causa de un evento El Niño débil intensificado por el aumento de temperatura de la misma estación junto a la capacidad de la raya águila chilena de

llegar a zonas pelágicas (Rosenberger, 2001). Para tener un mayor conocimiento de este comportamiento en la raya águila chilena, es necesario tomar los siguientes datos a la hora de muestreo, la profundidad de captura, la abundancia de la presa y la etología de la raya, que puede estar alimentándose en el momento de muestreo o movilizándose. Esto último nos ayudaría a saber cuánto está afectando el método de muestreo en el resultado final.

La disminución de la ingesta de anchoveta peruana para el resto del año se pudo dar por un menor impacto del evento El Niño. Por otro lado, el evento El Niño causaría también una declinación en el reclutamiento de gastrópodos (Díaz y Ortlieb, 1993; Ramos *et al.*, 1999).

Al mismo tiempo, los cangrejos del género *Hepatus* desaparecen de zonas poco profundas retirándose a profundidades mayores (Arntz y Valdivia, 1985). Con ello, una posible disminución del impacto del evento El Niño en invierno y primavera sería respuesta al aumento de gastrópodos y crustáceos en el hábitat y por consecuencia como presa durante las estaciones de invierno y primavera (Tabla 3).

Con todo esto, queda claro que los factores ambientales afectarán a las distintas especies presentes en un hábitat, variando con ella la dieta de depredadores como la raya águila chilena. Esto es apoyado por la diferencia significativa encontrada entre las dietas por estación de la raya gracias a que las anchovetas representan un alto porcentaje de la biomasa de las presas de verano junto a los teleósteos n/i que en la mayoría de casos se encontraron altamente digeridos y no se pudo contabilizar correctamente la abundancia (Tabla 3). Mientras que las presas representantes de invierno y primavera, jaiba paco y gastrópodos, tiene un menor peso por individuo. Esto último posiblemente también quede influenciado por la alta cantidad de muestras para verano a diferencia de las otras estaciones.

VIII. CONCLUSIONES

Según la propuesta de esta tesis al comprobar la hipótesis planteada y haber desarrollado los objetivos planteados, se concluye que:

- La raya águila chilena se alimenta de presas que se distribuyen en la columna de agua (teleósteos) y en los fondos someros (moluscos y crustáceos).
- Las especies presa de mayor importancia en su alimentación fueron la anchoveta peruana y la jaiba paco.
- El cambio estacional asociado con eventos El Niño afecta en la diversidad de especies en el ambiente provocando una variación en la alimentación de la raya águila chilena.
- La dieta de la raya águila chilena varía conforme aumenta su tamaño, con tendencia a la especialización y disminución del nivel trófico.
- La raya águila es un depredador tope ($N_T \sim 4$) y de dieta especializada.

IX. RECOMENDACIONES

Esta tesis es la tercera en estudiar a la raya águila chilena y la segunda desde un punto de vista biológico. Sin embargo es la primera en dar un mayor análisis para el entendimiento en la biología y ecología trófica de esta especie. Aun así, es necesario respaldar estos datos con más estudios por lo que se recomienda lo siguiente:

- Estudiar la alimentación de la raya águila chilena a lo largo del ecosistema peruano para tener un mejor panorama del rol ecológico de esta especie.
- Que los siguientes estudios tomen en cuenta la profundidad de muestreo para así saber la tendencia en su distribución.
- Tomar en cuenta qué tan digerida se encuentra la presa para saber si la tendencia a la estrategia especialista es real u ocasionada por la falta de identificación de las presas.
- Evaluar los aportes energéticos para saber la importancia de cada presa así como la energía necesaria para cada rango de talla. Esto permitirá saber porque cada rango de talla prefieren distintas presas.
- Hacer estudios con mayor precisión sobre la dieta de la raya águila chilena haciendo uso de métodos complementarios tales como análisis de isótopos estables y ácidos grasos.
- Realizar seguimiento a la migración vertical de las rayas águila chilena en distintas temporadas y por rangos de talla para saber a qué se debe la ingesta de presas pelágicas.
- Evaluación genética para la diferenciación de rayas águila (peruana y chilena).

- Tomar en cuenta variables ambientales en conjunto a abundancia y distribución de especies presas en el momento de muestreo.
- Tomar en cuenta la relación entre el tamaño de la presa y el tamaño del depredador.
- Teniendo en cuenta que depreda especies de interés comercial, se recomienda evaluar el impacto que ejercería sobre sus presas, así como el efecto que tendría la pesquería al remover o disminuir sus presas.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Arntz, W. E., y Valdivia, E. (1985) Incidencia del fenómeno “El Niño” sobre los mariscos en el litoral peruano. En: Arntz, W., Landa, A., Tarazona, J. (eds). Volúmen Extraordinario Boletín Instituto del Mar del Perú, 91-101.

Barbini, S. A., Lucifora, L. O., y Hozbor, N. M. (2011) Feeding habits and habitat selectivity of the shortnose guitarfish, *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae), off north Argentina and Uruguay. *Marine Biology Research* 7(4): 365–377.

Bailly, N. (2015) Myliobatidae Bonaparte, 1835. In: Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2017). FishBase. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=105710> on 2017-10-09.

Bizzarro, J. J. (2005) Fishery biology and feeding ecology of rays in Bahía Almejas, Mexico. MSc thesis, California State University, San Francisco; Moss Landing Marine Laboratories, 468 pp.

Bloom, S. A. (1981) Similarity indices in community studies: potential pitfalls. *Marine Ecology Progress Series* 5, 125-128.

Brickle, P., Laptikhovsky, V., Pompert, y P., Bishop, A. (2003) Ontogenetic changes in the feeding habits and dietary overlap between three abundant rajid species on the Falkland Islands’ shelf. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83, 1119-1125.

Carbajal, W., Castañeda, J., Castro, J., de la Cruz, J., Galán, J., Ramírez, P., Bances, S., y Salcedo J. (2005) Seguimiento e investigación de las pesquerías artesanales en Lambayeque. Informe anual del Centro Regional de Investigación Pesquera. Santa Rosa, Imarpe, 52 pp.

Carbajal, W., Castañeda, J., Castro, J., de la Cruz, J., Galán, J., Ramírez, P., Bances, S., Salcedo, J., y Rojas, M. (2007) Seguimiento e investigación de las

pesquerías artesanales en Lambayeque. Informe anual del Centro Regional de Investigación Pesquera. Santa Rosa, Imarpe, 54 pp.

Carbajal, W., Castañeda, J., Castro, J., de la Cruz, J., Galán, J., Ramírez, P., Bances, S., Salcedo, J., y Rojas, M. (2008) Seguimiento de las pesquerías artesanales e investigaciones regionales en Lambayeque. Informe anual del Centro Regional de Investigación Pesquera, Santa Rosa, Imarpe, 63 pp.

Castañeda, J. (1994) La Pesquería artesanal y biología pesquera de especies de importancia económica en la caleta de San José. Tesis de grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 43 pp.

Chirichigno, N. (1970) Lista de Crustaceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda) con datos de su distribución geográfica. Informe del Instituto del Mar del Perú 35, 1-95.

Chirichigno, N., y Vélez, J. (1998) Clave para identificar los peces marinos del Perú (Segunda edición, revisada y actualizada). Publicación Especial del Instituto del Mar del Perú, 500 pp.

Christensen, V., y Pauly, D. (1992) ECOPATH II – software for balancing steady- state ecosystem models and calculating network characteristics. Ecological Modelling 61, 169-185.

Clarke, K. R. (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology 18, 117-143.

Clarke, K. R., y Gorley, R. N. (2006) PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK, 190 pp.

Clarke, K. R., y Green, R. H. (1988) Statistical design and analysis for a “biological effects” study. Marine Ecology Progress Series 46, 213-226.

Clarke, K. R., y Warwick, R. M. (1994) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Primer-E Ltd: Plymouth, UK, 144 pp.

Clench, H. K. (1979) How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterists Society* 33(4): 216-231.

Coller, N. M. (2012) Biología, ecología y explotación de la raya platana *Atlantoraja platana* (Günther, 1880), (Chondrichthyes, Rajidae), del Golfo San Matías. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires - Argentina. 180 pp.

Cornejo, R., Vélez-Zuazo, X., González-Pestana, A., Kouri, C. J., y Mucientes, G. (2015) An updated checklist of Chondrichthyes from the southeast Pacific off Peru. *Check List* 11(6): 1809,9.

Crowder, L. B., y Cooper, W. E. (1982) Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey. *Ecology* 63(6): 1802–1813.

De la Rosa-Meza, K., Sosa-Nishizaki, O., y De la Cueva-Salcedo, H. (2013) Hábitos alimentarios de la guitarra punteada *Rhinobatos glaucostigma* (Elasmobranchii, Batoidea) en el sureste del golfo de California. *Ciencias Marinas*, 39(3): 277 – 290.

Díaz, A., y Ortlieb, L. (1993) El fenómeno “El Niño” y los moluscos de la costa peruana. *Bulletin de L'Institut Français d'Etudes Andines* 22 (1): 159-177.

Dolgov, A. V. (2005). Feeding and food consumption by the Barents sea skates. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 35: 495–503.

Downton-Hoffmann, C. A. (2007) Biología del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), en Baja California Sur, México. Tesis de Doctora, CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, México, 194 pp.

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.

Elliott, W., Caccha, L., y Benites, C. (2011) Estructura del subsistema demersal en Otoño 2003. Crucero BIC Olaya 0305-06. Informe Instituto del Mar del Perú 38(2): 197-202.

Elliot, W., y Paredes, F. (1997) Característica de la estructura espeziológica del subsistema demersal durante el invierno de 1996. Informe Instituto del Mar del Perú 124: 57-70.

Espino, M. (1990) “El Niño”: su impacto sobre los peces demersales del Perú. BolEtín del Instituto del Mar del Perú. 14(2): 3-27.

Espinoza, P (2014) Trophic dynamics in the northern Humboldt Current system: insights from stable isotopes and stomach content analyses. Doctoral thesis, Universtité De Bretagne Occidentale, 159 pp.

Flores-Ortega, J. R., Godínez-Domínguez, E., González-Sansón, G., Rojo-Vásquez, J. A., Corgos, A., y Morales-Jáuregui, M. Y. (2011) Hábitos alimentarios de tres especies de raya (Rajiformes: Urotrygonidae) en el Pacífico central mexicano. Ciencias Marinas 37 (3): 279 – 292.

Galán-Galán, J. (1994) Aspectos biológicos pesqueros de *Myliobatis chilensis* “Raya Águila” desembarcada en la caleta San José del 23 de Mayo al 31 de Agosto de 1994. Informe de Prácticas Preprofesionales. Trujillo-Perú. 52 pp.

García-Godos, I. (2001) Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Boletín del Intituto del Mar del Perú 20 (1-2): 1-83.

Grubbs, R. D. (2010). Chapter 7: Ontogenetic shifts in movements and habitat use. In Carrier, J. F., Musick. J. A., Heithaus, M. R. (eds), Sharks and their Relatives II: Biodiversity, adaptive physiology, an conservation. 1st edition, CRC Press, pp. 319-350.

Gray, A. E., Mulligan, T. J., y Hannah, R. W. (1997) Food habits, occurrence and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes* 49(2): 227-238.

Hernández, S., González, M. T., Villarroel, J. C., y Acuña, E. (2010) Seasonal variation in fish bycatch associated with an artisanal flounder fishery on Coquimbo Bay, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 45(S1): 695-703.

Hyslop, E. J. (1980) Stomach content analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17(4): 411-429.

IUCN - International Union for Conservation of Nature (2006) *Myliobatis chilensis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2.

Jacobsen, I. P., y Bennett, M. B. (2013) A Comparative Analysis of Feeding and Trophic Level Ecology in Stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and Electric Rays (Rajiformes: Torpedinoidei). *PLoS ONE* 8(8): e71348.

Jardas, I, Šantić, M., y Pallaoro, A. (2004) Diet composition of the eagle ray, *Myliobatis aquila* (Choncrichthyes: Myliobatidae), in the eastern Adriatic Sea. *Cybiurn* 28(4): 372-374.

Jimenez-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, 151–161.

Koen Alonso M., Crespo, E. A., García, N. A., Pedraza, S. N., Mariotti, P. A., Berón Vera B., y Mora, N. J. (2001) Food habits of *Dipturus chilensis* (Pisces: Rajidae) off Patagonia, Argentina. *ICES Journal of Marine Science* 58, 288-297.

Krebs, C. J. (1989) *Ecological methodology*. Harper & Row, Nueva York, 654 pp.

Lamilla, J. (2006) *Myliobatis chilensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2006: e.T60123A12308438. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2006.RLTS.T60123A12308438.en>.

Lamilla, J., y Sáez, S. (2003) Clave taxonómica para el reconocimiento de especies de rayas chilenas (Chondrichthyes: Batoidei). *Investigaciones Marinas*, Valparaíso, 31(2): 3-16.

Last, P. R., y Stevens, J. D. (1994) *Sharks and Rays of Australia*. CSIRO Publishing, Australia.

Llanos, J., Galán, J., Castañeda, J., Castro, J., de la Cruz, J., Ramírez, P., Bances, S., y Torres, D. (2009) *Investigaciones de Imarpe – Sede Lambayeque durante 2009. Informe Anual Imarpe*, 89 pp.

Lopez-García, J., Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A., y Rubio, E. A. (2012) Feeding habits and trophic ecology of *Dasyatis longa* (Elasmobranchii: Myliobatiformes): sexual, temporal and ontogenetic effects. *Journal of Fish Biology* 80(5): 1563 – 1579.

Marshall, A. D., Kyne, P. M., y Bennett, M. B. (2008) Comparing the diet of two sympatric urolophid elasmobranchs (*Trygonoptera testacea* Müller & Henle and *Urolophus kapalensis* Yearsley & Last): evidence of ontogenetic shifts and possible resource partitioning. *Journal of Fish Biology* 72(4): 883-898.

Mero, W. L. (2010) Análisis de diversidad, abundancia y volumen de captura de la ictiofauna acompañante de la pesca de langostino en el golfo de Guayaquil. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad – Ecuador. 132 pp.

Moscoso, V. (2010) Catálogo Sistemático-Taxonómico de los crustáceos del Perú: Los Decápodos y Estomatópodos. Tesis de Grado 2010. Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.

Muñoz, G., y Olmos, V. (2007) Revisión bibliográfica de especies ectoparásitas y hospedadoras de sistemas acuáticos de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(2): 89-148.

Navarro-González, J. A., Bohórquez-Herrera, J., Navia, A. F., y Cruz-Escalona V. H. (2012) Composición trófica de batoideos en la plataforma continental frente a Nayarit y Sinaloa, México. *Ciencias Marinas* 38(2): 347 – 362.

Navia, A. F., Torres, A., Mejía-Falla, P. A., y Giraldo, A. (2011). Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects in the feeding ecology of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes). *Journal of Fish Biology* 78(4): 1213–1224.

Nelson, J. S. (1994) *Fishes of the World*. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600 pp.

Orlov, A. M. (1998) The diet and feeding habits of some deep-water benthic skates (Rajidae) in the Pacific water off the northern Kuril islands and southeastern Kamchatka. *Alaska Fishery Research Bulletin* 5(1): 1-17.

Payán, L. F., Navia, A. F., Rubio, E. A., y Mejía-Falla, P. A. (2011) Biología de la raya guitarra *Rhinobatos leucorhynchus* (Günther, 1867) (Rajiformes: Rhinobatidae) en el Pacífico colombiano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(2): 286-296.

Pequeño, G. (1989) *Peces de Chile*. Lista sistemática revisada y comentada. *Revista de Biología Marina, Valparaiso* 24 (2): 1-132.

Platell, M. E., Potter, I. C., y Clarke, K. R. (1998) Resource partitioning by four species of elasmobranchs (Batoidea: Urolopididae) in coastal waters of temperate Australia. *Marine Biology* 131: 719-734.

PRODUCE (2016) Anuario estadístico pesquero y acuícola 2015. Ministerio de la Producción.

Ramos, E., Indacochea, A., y Tarazona, J. (1999) Impacto de “El Niño 1997-98” sobre el asentamiento larval de algunos invertebrados marinos bentónicos de Bahía Independencia Pisco-Perú. En: Tarazona, J., Castillo, E. (eds) *El Niño 1997-98 y su impacto sobre los ecosistemas marino y terrestre*. Volúmen Extraordinario *Revista Peruana de Biología* 6(3): 60-68.

Rosenberger, L. J. (2001) Pectoral fin locomotion in Batoid fishes: Undulation versus oscillation. *The Journal of Experimental Biology* 204, 379-394.

Ruiz, F., Civis, J., González-Delgado, J. A., Abad, M., González-Regalado, M. L., Valle, M. F., Pendón, J. G., García, E. X. M., Tosquella J., y López-González, N. (2003) La cadena trófica marina pliocénica en Huelva (W de la Cuenca del Guadalquivir, España). Third congress, Regional Committee on Atlantic Neogene Stratigraphy. Tetuán (Marruecos), poster, abstracts: 128-132.

Salgado-Barragán J., y Hendrickx M. (1986) Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano. *Publicaciones Especiales Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 10: 1-200.

Samamé, M., Castillo, J., y Mendieta, A. (1985) Situación de las Pesquerías Demersales y los cambios durante “El Niño”. En: Arntz, W., Landa, A. & Tarazona, J. (eds). Volumen Extraordinario Boletín Instituto del Mar del Perú, 153-158 pp.

Sampson, L (2007) Dieta, posición trófica y variación en la señal isotópica de *Mobula thurstoni* y *Mobula japonica* en el suroeste del Golfo de California. Tesis de Maestría. La Paz, B.C.S. México.

Scharf, F. S., Juanes, F., y Rountree, R. A. (2000). Predator size - prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Marine Ecology Progress Series* 208, 229–248.

Scherrer, B. (1984) Biostatistique. Gaetan Morin Ed., Chicoutimi.

SENAMHI (2015a) Boletín informativo, monitoreo del fenómeno “El Niño/La Niña” Marzo 2015. N°3, Año XVI. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02216SENA-18.pdf>.

SENAMHI (2015b) Boletín informativo, monitoreo del fenómeno “El Niño/La Niña” Junio 2015. N°6, Año XVI. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02216SENA-21.pdf>.

SENAMHI (2015c) Boletín informativo, monitoreo del fenómeno “El Niño/La Niña” Noviembre 2015. N°11, Año XVI. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02216SENA-26.pdf>.

Simental, M. (2013) Ecología trófica de *Raja velezi* (Chirichigno, 1973) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S. México.

Soberón, J., y Llorente, J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480–488.

Sommerville, E., Platell, M., White, W. T., Jones, A. A., y Potter, I. C. (2011) Partitioning of food resource by four abundant, co-occurring elasmobranch species: Relationships between diet and both body size and season. *Marine and Freshwater Research* 62(1): 54-65.

Summers, A. P. (2000) Stiffening the Stingray Skeleton – An Investigation of Durophagy in Myliobatid Stingrays (Chondrichthyes, Batoidea, Myliobatidae). *Journal of Morphology* 243(2): 113-126.

Talent, L. G. (1982) Food habits of the gray smoothhound *Mustelus californicus*, the brown smoothhound *Mustelus henlei*, the shovelnose guitarfish *Rhinobatos productus*, and the bat ray *Myliobatis californica*, in Elkhorn Slough, California. *California Fish and Game* 68(4): 224-234.

Torres, A. (1978) Biología y Pesquería de *Myliobatis chilensis* y *Myliobatis peruvianus*, “raya águila” en la caleta de San José; junio 1976-marzo 1977. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.

Valdez-González, C. (2007) Distribución, abundancia y alimentación de rayas bentónicas de la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis de doctorado, CICIMAR-IPN, La Paz, México, 137 pp.

Valls, M., Quetglas, A., Ordines, F., y Moranta, J. (2011) Feeding ecology of demersal elasmobranchs from the shelf and slope off the Balearic Sea (western Mediterranean). *Scientia Marina* 75(4): 633 – 639.

Velez, J., Espino, M., y Zeballos, J. (1988) Variación de la Ictiofauna Demersal frente al Perú entre 1981 y 1987. En: Salzwedel, H., Landa, A. (eds.) Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Volúmen Extraordinario Boletín Instituto del Mar del Perú, 203-212 pp.

Vélez, J., y Zeballos, J. (1985) Ampliación de la distribución de algunos peces e invertebrados durante el fenómeno “El Niño” 1982-1983. En: Arntz, W., Landa, A. & Tarazona, J. (eds). Volúmen Extraordinario Boletín Instituto del Mar del Perú, 173-180 pp.

Wetherbee, B., y Cortés, E. (2004). Food consumption and feeding habits. In: Musick, J.A., Carrier, J.C. & Heithaus, M.R. (eds) *Biology of Sharks and their Relatives* pp. 223–244. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

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.

Wilga C. D., y Motta P. J. (1998) Feeding mechanism of the Atlantic guitarfish *Rhinobatos lentiginosus*: modulation of kinematic and motor activity. *The Journal of Experimental Biology* 201, 3167-3184.

Xavier J., y Cherel Y. (2009) Cephalopod beak guide for the southern ocean. British Antarctic Survey, Cambridge, UK. 129 pp.

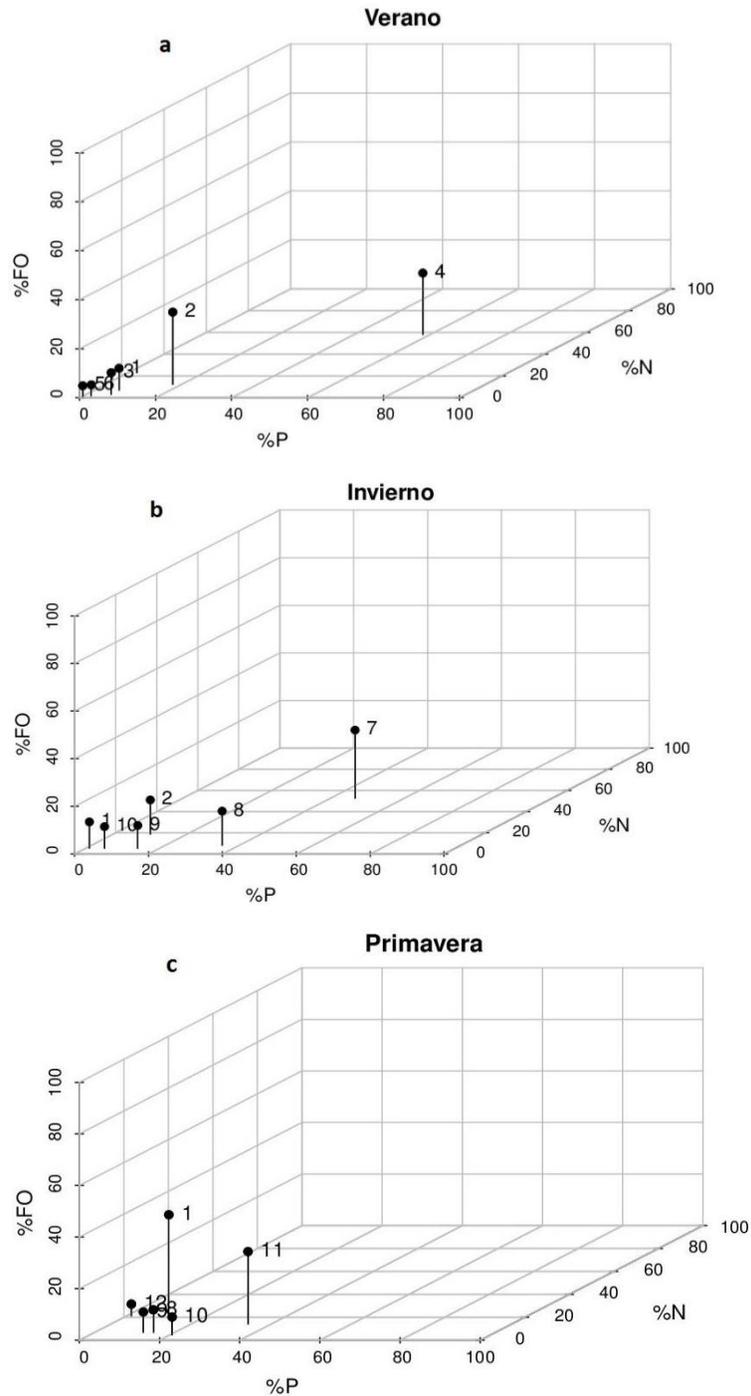
XI. ANEXOS

Ajuste de la muestra	Estómagos necesarios	Estómagos faltantes
85%	136	64
90%	216	144
95%	456	384

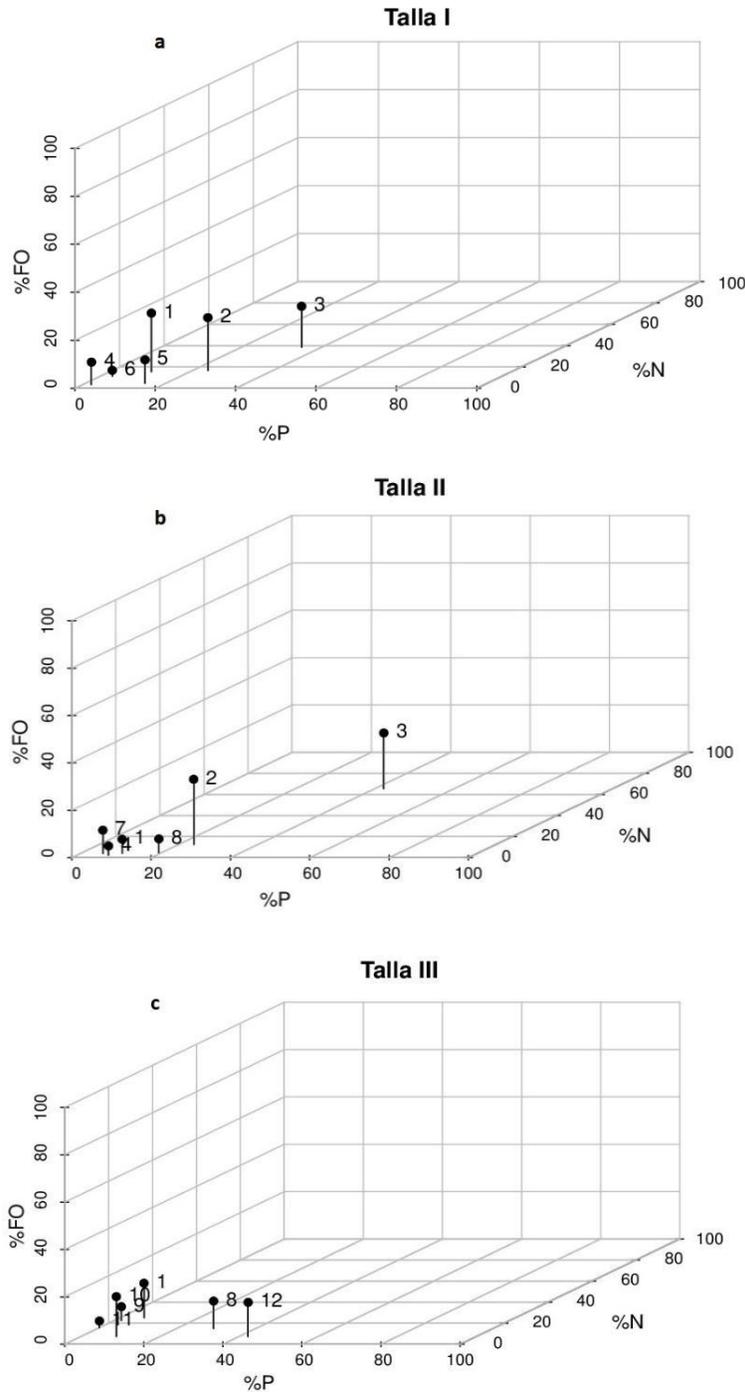
Anexo 1: Estimado de estómagos necesarios y faltantes para un mayor ajuste de la muestra.

RELATE	Resultado
Rho	0.986
Significant level	0.1%

Anexo 2: Resultados de la rutina RELATE en Primer.

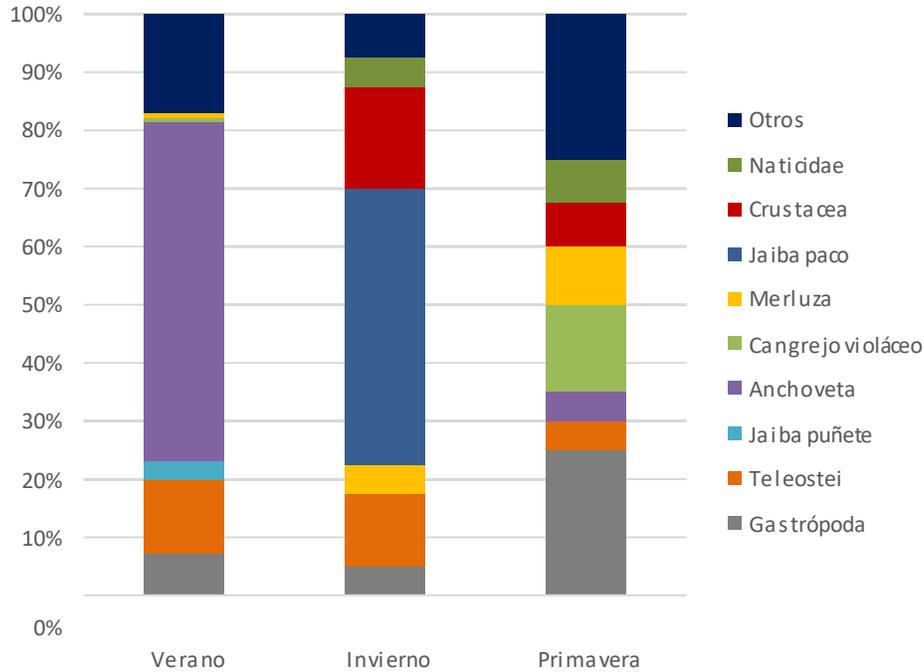


Anexo 3: Esquema de la estrategia alimentaria de la raya águila chilena según estaciones, basados en el índice de peso (%P), índice de número (%N) e índice de frecuencia de ocurrencia (%FO). a: verano, b: invierno y c: primavera. 1=Gastrópoda n/i, 2=Teleósteo n/i, 3=*Hepatus kossmanni*, 4=*Engraulis ringens*, 5=*Pseudoquillopsis lessonii*, 6=*Doritheuthis* n/i, 7=*Mursia gaudichaudii*, 8=Crustáceos n/i, 9=Naticidae n/i, 10=*Merluccius gayi*, 11=*Cancer porteri*, 12=*Pagurus perlatus*.

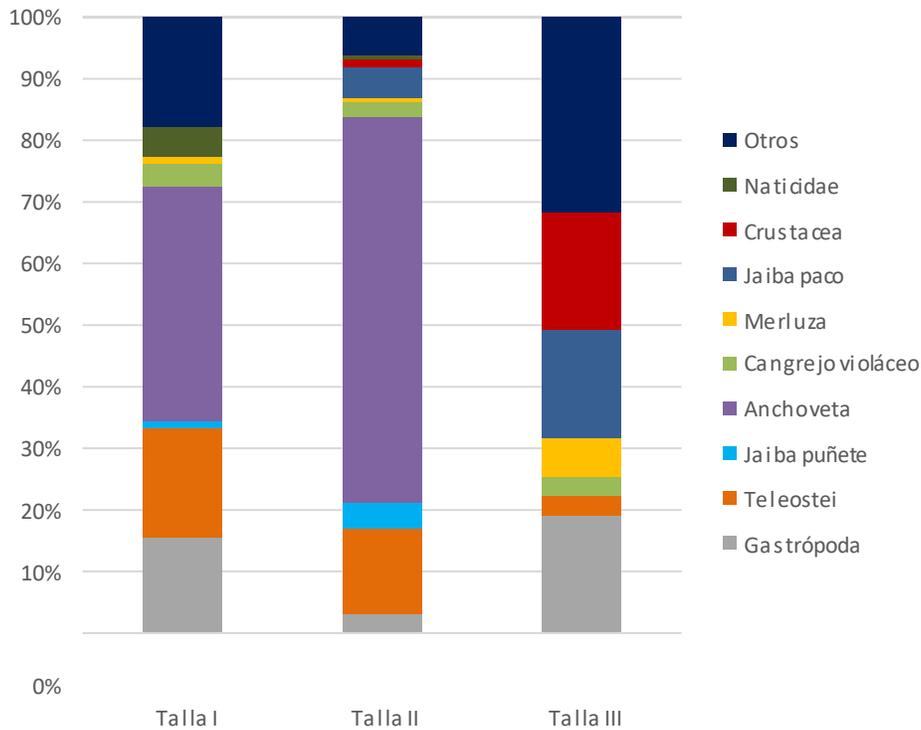


Anexo 4: Esquema de la estrategia alimentaria de la raya águila chilena según rangos de talla, basados en el índice de peso (%P), índice de número (%N) e índice de frecuencia de ocurrencia (%FO). a: Talla I, b: Talla II y c: Talla III.

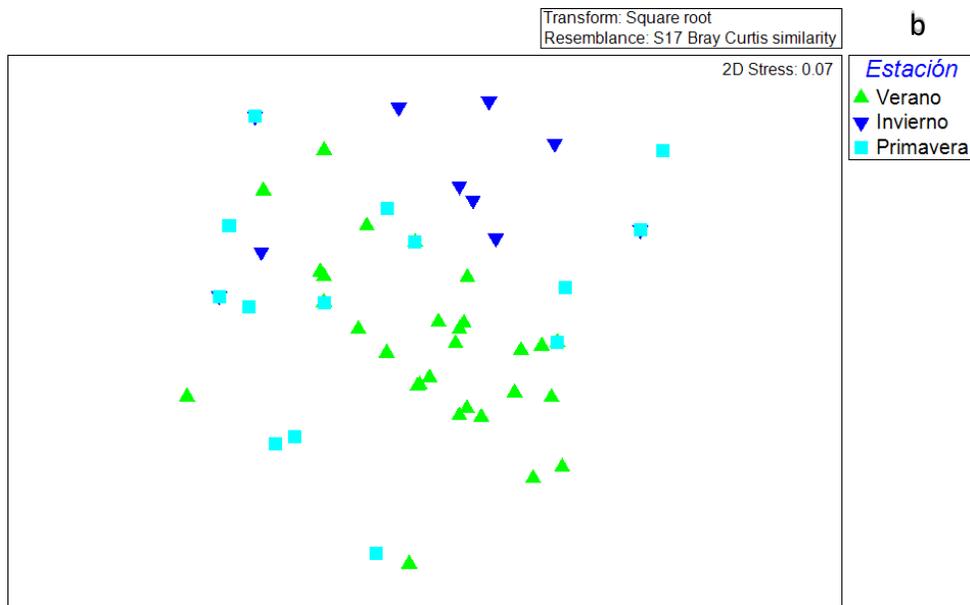
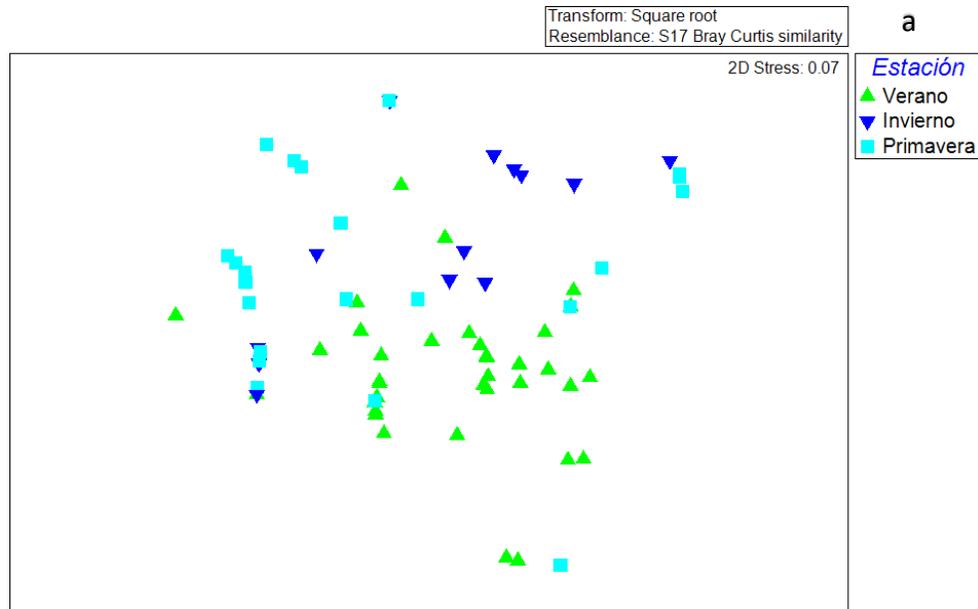
1=Gastrópoda n/i, 2=Teleósteos n/i, 3=*Engraulis ringens*, 4=*Cancer porteri*, 5=Naticidae n/i, 6=*Pagurus perlatus*, 7=*Hepatus kossmanni*, 8=*Mursia gaudichaudii*, 9=Bivalvia n/i, 10=*Merluccius gayi*, 11=Muricidae n/i, 12=Crustáceos n/i.



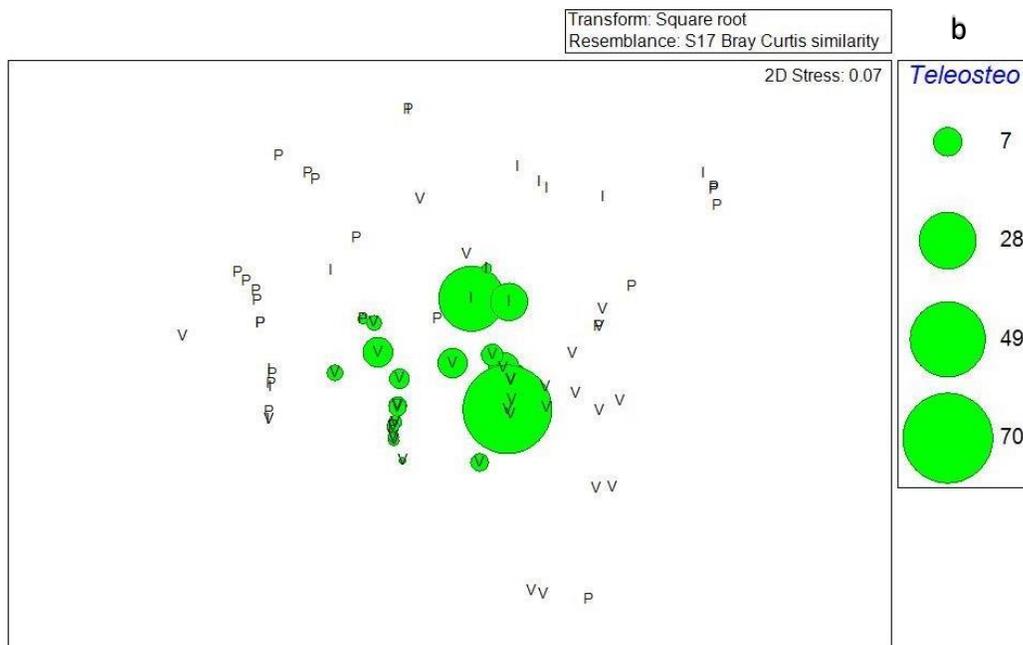
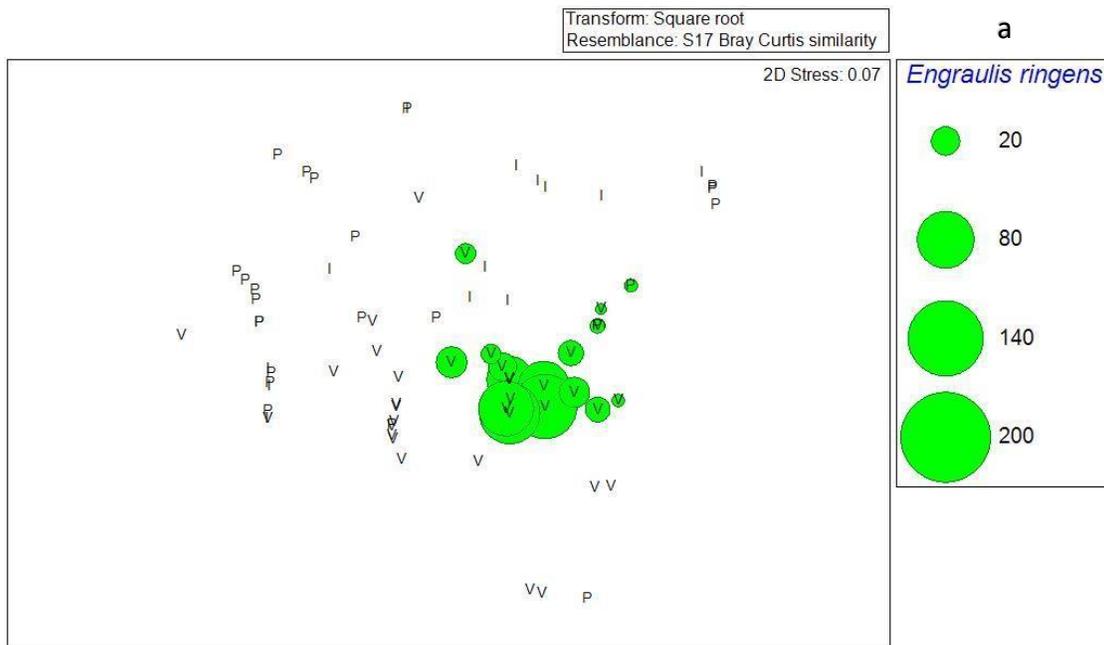
Anexo 5: Agrupamiento en porcentaje de la abundancia de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por estación.



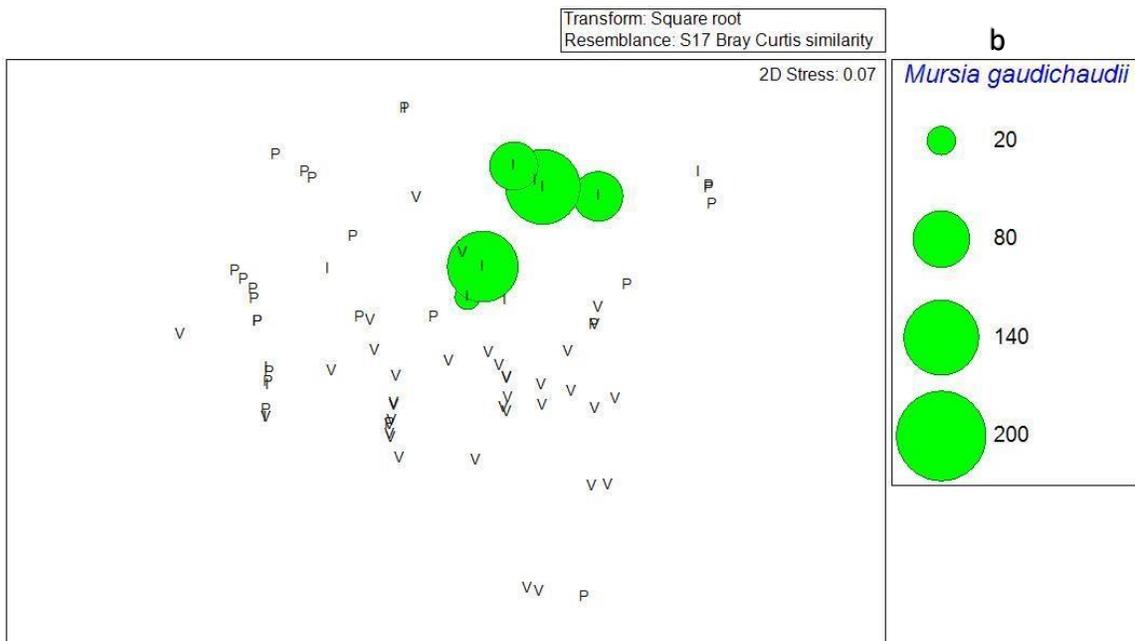
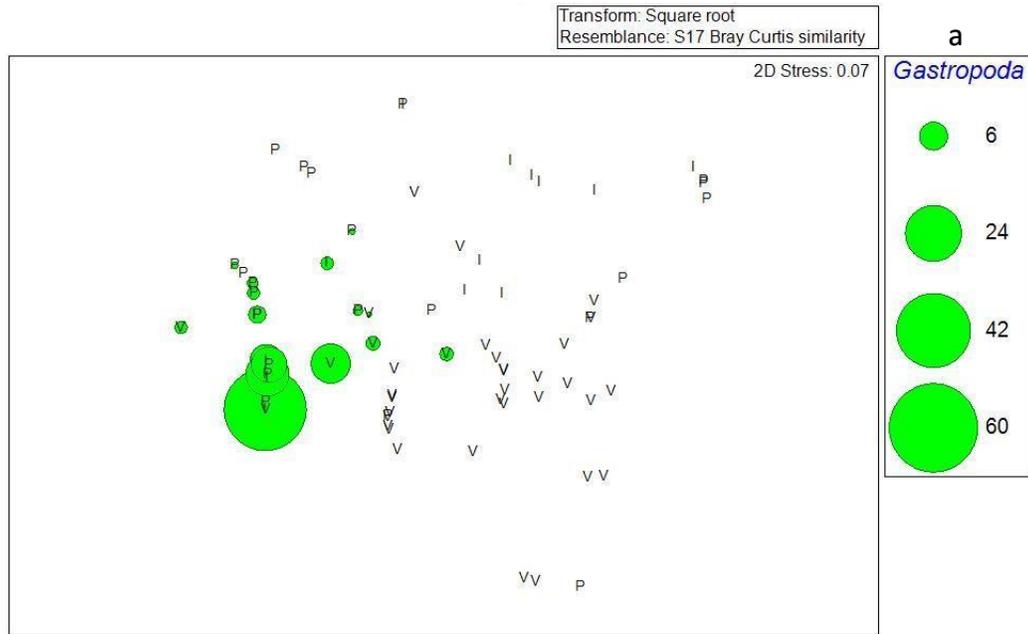
Anexo 6: Agrupamiento en porcentaje de la abundancia de los 9 ítems presa más importantes de la raya águila chilena por rangos de talla.



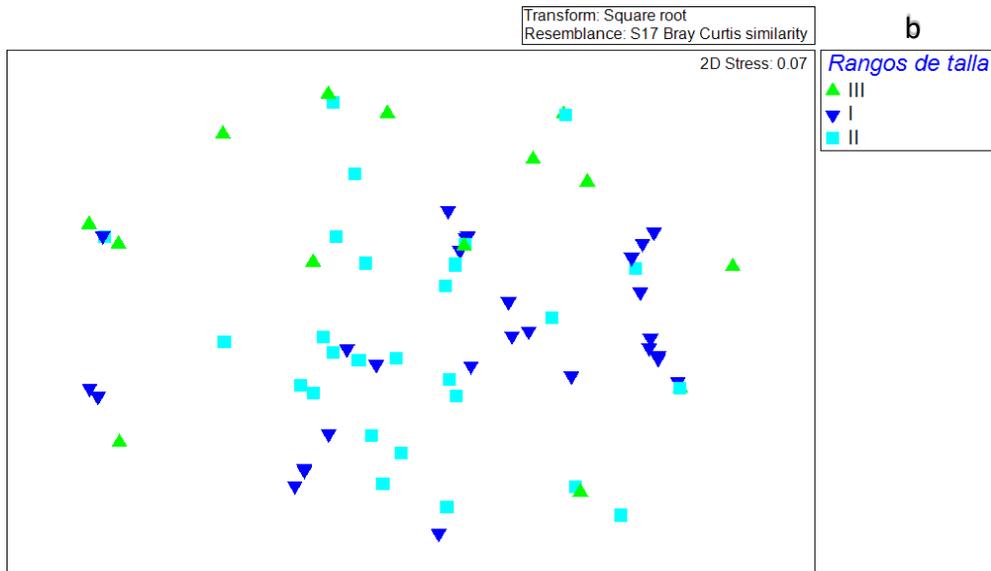
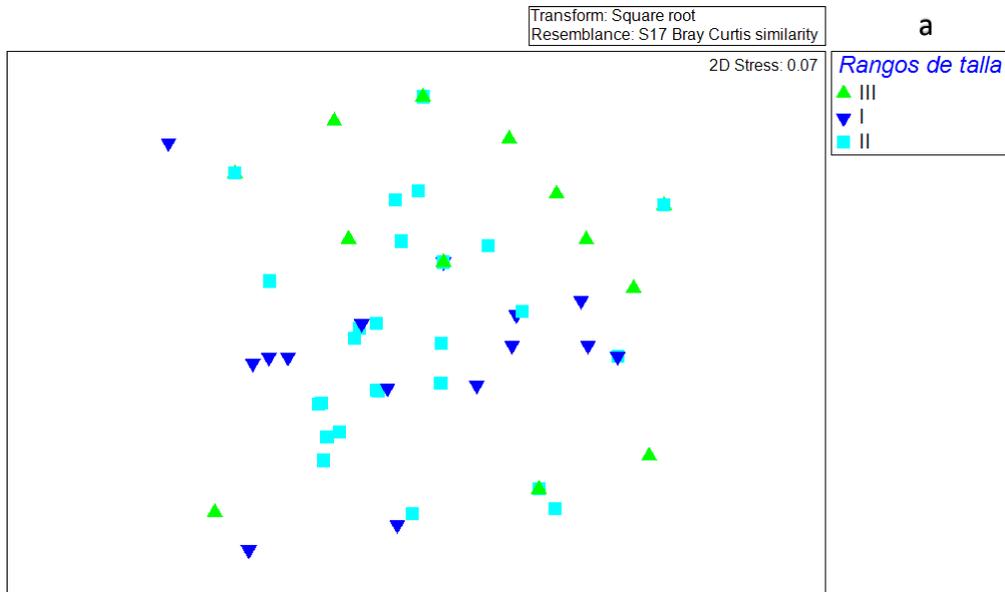
Anexo 7: Ordenamiento espacial por escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en la caleta de San José por peso (a) y abundancia (b) de los ítems presa (Stress=0.07). Factor estación, verano de verde, invierno de azul y primavera de celeste.



Anexo 8: Ordenamiento espacial por escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en peso en la caleta de San José con representación en burbujas del ítem presa anchoveta peruana *Engraulis ringens* (a) y Teleósteos n/í (b). Factor estación, V=Verano, I=Invierno y P=Primavera.



Anexo 9: Ordenamiento espacial por escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en peso en la caleta de San José con representación en burbujas del ítem presa *Gastropoda* (a) y *Mursia gaudichaudii* (b). Factor estación, V=Verano, I=Invierno y P=Primavera.



Anexo 10: Ordenamiento espacial mediante escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de la dieta de la raya águila chilena en la caleta de San José por peso (a) y abundancia (b) de los ítems presa (Stress=0.07). Factor rangos de talla, Talla I de azul, Talla II de celeste y Talla III de verde.

Ítem (A)	Verano	Invierno	Primavera
Jaiba paco	-	68.07%	-
Gasteropoda	-	-	65.36%
Teleósteos n/i	51.76%	7.41%	-
Anchoveta	40.34%	-	-
Crustacea	-	9.91%	7.31%
Naticidae	-	7.3%	9.4%
Cangrejo violáceo	-	-	12.18%
Total	92.1%	92.69%	94.25%

Anexo 11: Resultados del análisis SIMPER considerando únicamente la abundancia de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre las estaciones y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias.

Ítem (A)	Talla I	Talla II	Talla III
Gastropoda	44.95%	-	8.10%
Teleósteos n/i	27.96%	45.65%	-
Anchoveta	17.20%	43.13%	-
Crustacea	-	-	35.87%
Merluza	-	-	29.44%
Jaiba paco	-	-	20.87%
Jaiba puñete	-	4.48%	-
Total	90.11%	93.26%	94.29%

Anexo 12: Análisis SIMPER considerando únicamente la abundancia de las especies que contribuyen con los mayores porcentajes a la disimilitud encontrada entre los rangos de talla comparados y que en su conjunto explican más del 90% de las diferencias.