



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**“HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS BATOIDEOS DE
IMPORTANCIA COMERCIAL DE PISCO - ICA,
MAYO – SEPTIEMBRE 2019”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

BIÓLOGO

PRESENTADO POR:

Bach. GARCÍA YARIHUAMÁN, Luis Rodrigo

Bach. MANTARÍ GAVILANO, Pedro Jesús

ICA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres Julio y Lidia, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A mis hermanos, quienes son mi principal motivación.

Pedro Jesús Mantarí Gavilano.

A mis queridos padres Aurea y Wilfredo por su apoyo incondicional; a mis adorables hermanitas Cinthia y Antonella, quienes son el motivo principal de mi superación, y a Dios por siempre bendecirme.

Luis Rodrigo García Yarihuamán.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos de forma muy especial a la Blga. Mg. María Isabel Solís Loza, nuestra asesora de tesis, docente la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Por su apoyo, confianza y capacidad para guiar nuestras ideas; ha sido un aporte invaluable, no solo en el desarrollo de esta investigación, sino también en nuestra formación como profesionales.

Al Blgo. Luis Fernando Mayaute Falconí, Co-asesor de tesis, por su acertado asesoramiento, su dedicación y por brindarnos sus conocimientos académicos basados en su trayectoria e investigaciones personales.

A la Blga. Massiel Reyna Manrique Peralta, Co-asesora de tesis, por su apoyo incondicional, su ejemplo de perseverancia, sus consejos y valores, y por la motivación constante en el ámbito operativo de esta investigación.

A los pescadores del Desembarcadero Pesquero Artesanal “José Olaya Balandra” en el Distrito de San Andrés (Pisco - Ica) y los trabajadores del Ministerio de Producción (PRODUCE) por las facilidades brindadas en el desarrollo de las actividades en la zona de estudio.

Finalmente, un eterno agradecimiento a la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” nuestra *Alma Mater*, la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes del problema de investigación	3
1.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	3
1.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	8
1.1.3. Antecedentes a nivel local.....	10
1.2. Bases teóricas de la investigación	11
1.3. Marco conceptual	13
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
2.1. Situación problemática	17
2.2. Formulación del problema	18
2.2.1. Problema general.....	18
2.3. Delimitación del problema	18
2.3.1. Delimitación espacial o geográfica.....	18
2.3.2. Delimitación temporal.....	18
2.3.3. Delimitación conceptual.....	18
2.4. Justificación e importancia de la investigación	19
2.4.1. Justificación.....	19
2.4.2. Importancia.....	19
2.5. Objetivos de la investigación	20
2.5.1. Objetivo general.....	20
2.5.2. Objetivos específicos.....	20
2.6. Variables de Investigación	20
2.6.1. Identificación de variables.....	20
2.6.2. Operacionalización de variables.....	22
III. ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	23
3.1.1. Tipo de investigación.....	23

3.1.2.	Nivel de investigación.....	23
3.1.3.	Diseño de investigación.....	23
3.2.	Población y muestra materia de investigación.....	23
3.2.1.	Población de estudio.....	23
3.2.2.	Muestra de estudio.....	24
IV.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	25
4.1.	Área de estudio.....	25
4.2.	Colección del material biológico.....	26
4.3.	Reconocimiento de las muestras.....	26
4.4.	Muestreo biométrico.....	27
4.4.1.	Longitud total.....	27
4.4.2.	Ancho del disco.....	27
4.5.	Muestreo biológico.....	28
4.5.1.	Determinación del sexo.....	28
4.5.2.	Obtención de estómagos.....	28
4.6.	Técnicas de procesamiento de datos y análisis.....	29
4.6.1.	Análisis cualitativo del contenido estomacal.....	29
4.6.2.	Análisis cuantitativo del contenido estomacal.....	30
•	Determinación del Índice de Vacuidad.....	30
•	Determinación de Índices Alimentarios.....	30
•	Cambios en la dieta por factores.....	33
•	Amplitud Trófica.....	34
•	Traslape Trófico.....	35
•	Nivel Trófico.....	36
V.	PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE	
	RESULTADOS.....	37
5.1.	Presentación e interpretación de resultados.....	37
5.1.1.	Análisis cualitativo del contenido estomacal de los Batoideos según talla y sexo	37
5.1.2.	Análisis cuantitativo del contenido estomacal de los Batoideos	39
5.1.3.	Determinación del traslape trófico de la dieta entre los Batoideos	51

5.2. Discusión de los resultados	53
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN	63
IX. ANEXOS	79

RESUMEN

El mar de Pisco representa uno de los ecosistemas de mayor biodiversidad y posee una de las pesquerías de batoideos más importantes del Perú. Este estudio tuvo como objetivo analizar la composición de la dieta y determinar el probable traslape trófico de cuatro especies de batoideos (*Myliobatis chilensis*, *M. peruvianus*, *Hypanus dipterurus*, *Pseudobatos planiceps*) en Pisco-Ica, durante mayo a septiembre del 2019. Se analizó el contenido estomacal de 177 estómagos; identificando 17 ítems presa, conformados por peces, moluscos, crustáceos y poliquetos. El pez *Engraulis ringens* (%PSIRI= 86.4) fue la presa principal en la dieta de la raya *M. chilensis*; la dieta de *M. peruvianus* estuvo dominada por poliquetos (%PSIRI= 43.5) y gasterópodos (%PSIRI= 34.4); en la dieta de *H. dipterurus* predominó el bivalvo *Semimytilus algosus* (%PSIRI= 52.4), seguido por peces clupeomorpha (%PSIRI= 27.3) y poliquetos (%PSIRI= 10.8). *Engraulis ringens* (PSIRI= 21.2%) y *Platyxanthus orbignyi* (PSIRI= 21.2%) fueron los ítems presa preferidos por *P. planiceps*. Los batoideos estudiados presentaron una estrategia alimentaria de carácter especializado ($Bi < 0.6$). Al analizar cambios en la dieta por sexos, se determinó que los individuos machos de *M. peruvianus*, *H. dipterurus* y *P. planiceps* se muestran como depredadores generalistas y las hembras como especialistas. El nivel trófico es típico de depredadores secundarios ($NT < 4$); sin embargo, *M. chilensis* alcanzó un nivel superior ($NT = 4.53$). El índice de Pianka evidenció un traslape alto ($Ojobs > 0.6$) entre las especies *M. peruvianus* – *H. dipterurus*.

Palabras claves: PSIRI, batoideos, estrategia alimentaria, ítem presa.

ABSTRACT

The Pisco Sea represents one of the most biodiversity-rich ecosystems and has one of Peru's most important batoids fisheries. This study aimed to analyze the composition of the diet and determine the probable trophic overlap of four species of batoids (*Myliobatis chilensis*, *M. peruvianus*, *Hypanus dipterurus*, *Pseudobatos planiceps*) in Pisco-Ica, during May to September 2019. The stomach contents of 177 stomachs were analyzed; identifying 17 prey items, made up of fish, mollusks, crustaceans and polychaetes. The fish *Engraulis ringens* (% PSIRI = 86.4) was the main prey in the diet of the stingray *M. chilensis*; the diet of *M. peruvianus* was dominated by polychaetes (% PSIRI = 43.5) and gastropods (% PSIRI = 34.4); The bivalve *Semimytilus algosus* (% PSIRI = 52.4) predominated in the *H. dipterurus* diet, followed by clupeomorpha fish (% PSIRI = 27.3) and polychaetes (% PSIRI = 10.8). *Engraulis ringens* (%PSIRI = 21.2) and *Platyxanthus orbignyi* (%PSIRI = 21.2) were the preferred prey items for *P. planiceps*. The batoids studied presented a specialized feeding strategy ($Bi < 0.6$). When analyzing changes in the diet by sex, it was determined that the male individuals of *M. peruvianus*, *H. dipterurus* and *P. planiceps* are shown as generalist predators and the females as specialists. The trophic level is typical of secondary predators ($NT < 4$); however, *M. chilensis* reached a higher level ($NT = 4.53$). The Pianka index showed a high overlap ($O_{jobs} > 0.6$) between the species *M. peruvianus* - *H. dipterurus*.

Key words: PSIRI, batoids, feeding strategy, prey item.

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

**“HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LOS BATOIDEOS DE
IMPORTANCIA COMERCIAL DE PISCO - ICA,
MAYO – SEPTIEMBRE 2019”**

CIENCIAS NATURALES

SALUD PÚBLICA Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORES

Bach. GARCÍA YARIHUAMÁN, Luis Rodrigo

Bach. MANTARÍ GAVILANO, Pedro Jesús

ASESORES

Asesora interna: Blga. SOLIS LOZA, María Isabel

Asesor externo: Blgo. MAYAUTE FALCONÍ, Luis

Asesora externa: Blga. MANRIQUE PERALTA, Massiel

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN

El litoral peruano se caracteriza por tener una rica biodiversidad marina, comprende uno de los sistemas de surgencia con mayor productividad a nivel mundial (1,2). En los últimos años la fuerte presión pesquera es causante de la disminución de poblaciones de peces comerciales, entre ellos los batoideos, más aún, por el ciclo de vida que presentan: madurez tardía, baja fecundidad y periodos de gestación prolongados (3,4).

La ecología trófica relaciona los aspectos biológicos y fisiológicos que las especies establecen con su ecosistema a través del alimento (5). Los estudios de hábitos alimentarios ayudan a comprender con más detalle esta relación, el alimento comprende uno de los factores intrínsecos más relevantes, porque afectan o regulan el crecimiento y reproducción (6-9).

Los batoideos son componentes esenciales del ecosistema marino, cumplen un papel vital en las redes tróficas como enlazadores de flujo de materia y energía a través de los niveles superiores e inferiores entre el ambiente pelágico - demersal (10,11).

En el Perú existen 37 especies batoideos, 23 de ellos interactúan con la pesca (12-15). En el área de estudio las especies de mayor desembarque son: *Myliobatis chilensis*, *Myliobatis peruvianus*, *Hypanus dipterurus* y *Pseudobatos planiceps*, las cuales exhiben un alto riesgo de extinción (13), actualmente catalogadas como especies Vulnerables según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (16).

Son pocos los estudios realizados a nivel nacional que abordan la ecología trófica de los batoideos (Torres, 1978; Castañeda, 1994; Segura-Cobeña 2017; Manrique & Mayaute, 2017; Silva-Garay *et al.*, 2018). Es de interés conocer el rol e importancia de estas especies en los ecosistemas marinos del Perú.

Los batoideos marinos son depredadores activos de organismos que habitan los fondos blandos y suspendidos en la columna de agua (17,18), presentan una gran variabilidad en su alimentación, algunos se alimentan de moluscos, crustáceos y poliquetos (19-24), otros principalmente de peces (25-27), esta variabilidad alimentaria podría estar directamente relacionada con la talla, la morfología del cuerpo y la posición de la boca (17,18).

En general los batoideos ocupan Niveles tróficos (NT) intermedios ($NT < 4.0$) (28,29). Estudios recientes para las Costas de Pisco Manrique & Mayaute (2017); han demostrado que el nivel trófico del batoideo *Myliobatis chilensis* ($NT > 4.1$) posiciona a la especie en un nivel tope similar a los tiburones. Hasta la fecha se desconoce el nivel trófico de muchos de ellos (26).

Con el fin de disponer información básica, relevante y promover una mejor administración de los recursos hidrobiológicos, el presente estudio tiene como objetivos: 1) Analizar cualitativamente el contenido estomacal de los batoideos de importancia comercial de Pisco – Ica, según talla y sexo; 2) Analizar cuantitativamente el contenido estomacal de los batoideos de importancia comercial de Pisco – Ica y 3) Establecer el probable traslapo trófico de la dieta entre los Batoideos de importancia comercial de Pisco-Ica.

1.1. Antecedentes del problema de Investigación

1.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Se analizaron contenidos estomacales de 172 ejemplares de la “raya guitarra” *Rhinobatos percellens* (actualmente: *Pseudobatos percellens*) en Santa Marta, Colombia en 2018. Obteniendo una dieta conformada por nueve presas, siendo los crustáceos de las familias Callinassidae y Penaeidae las presas principales en su alimentación según el índice de importancia relativa (*IIR*), (*IIR*= 1801 y 208, respectivamente). Además, se consideró a esta raya como un depredador especialista en las primeras fases de desarrollo y generalista al alcanzar su madurez sexual (30).

En la investigación sobre los hábitos alimenticios del “pez guitarra” *Rhinobatos productus* (actualmente: *Pseudobatos productus*); se analizó los contenidos estomacales de 160 ejemplares en el Alto Golfo de California, México en 2009. Según el (*IIR*) que la dieta estuvo dominada por camarones (Penaeoidea y Caridea) (%*IIR*= 51.71), seguido por peces (%*IIR*= 9.94) y cangrejos Brachyura (%*IIR*= 7.2). Además, el análisis general y por sexos mostró que es una especie altamente especialista (31).

Se analizaron los contenidos estomacales de 286 ejemplares de la “raya guitarra” *Rhinobatos leucorhynchus* (actualmente: *Pseudobatos leucorhynchus*) en el Pacífico Colombiano en 2011. Obteniendo una dieta conformada por 30 ítems presa, los camarones de la familia Penaeidae (especialmente *Trachypenaeus sp.*) fue el alimento principal para su dieta. Además, presentaron diferencias significativas en la dieta

por sexos, y la amplitud de nicho indicó que la especie es un depredador especialista (19).

En la investigación sobre la dieta de *Rhinoptera steindachneri* y *Dasyatis brevis* (actualmente: *Hypanus dipterurus*) en el Alto Golfo de California, México en 2011. Se examinó los contenidos estomacales de 21 ejemplares de *H. dipterurus*, obteniendo una dieta conformada principalmente por el gasterópodo *Mitrella dorma* (%IIR= 32.7), seguida por los bivalvos *Nuculana impar* (%IIR= 18.9) y *Nucula declivis* (%IIR= 12.8). Así mismo, determinó valores bajos en la amplitud de la dieta ($Bi=0.04$) y clasificó mediante el método de Amundsen a esta especie como depredador especialista-oportunista (32).

Se analizaron los valores de similitud trófica entre seis especies de batoideos, *Rhinoptera steindachneri*, *Rhinobatos glaucostigma*, *Dasyatis dipterura* (actualmente: *Hypanus dipterurus*), *Urotrygon aspidura*, *U. nana* y *U. rogersi* en el Pacífico Central Mexicano en 2012. Los principales componentes en la dieta fueron los crustáceos, seguidos por anélidos y moluscos. Para *Hypanus dipterurus*, el estomatópodo *Squilla bigelowi* fue la presa más importante según los índices tróficos (%N= 20.8, %P= 33.5, %FO= 25, %IIR= 34.6). Los valores de amplitud de dieta en las seis especies indicaron una baja diversidad en los ítems presa y el análisis de similitud de dietas sugirió dos grupos funcionales: *R. glaucostigma*, *U. nana* y *U. aspidura*, pertenecen al grupo

"cancritrófico" ($P < 0.05$) y *U. rogersi* y *H. dipterurus* al grupo de anélidos y crustáceos (33).

Se realizó un estudio sobre la comparación de la alimentación y la ecología del nivel trófico de rayas (Rajiformes: Myliobatoidei) y rayas eléctricas (Rajiformes: Torpedinoidei), dentro de las 75 especies que estudiadas (Myliobatoidei: 67 spp. y Torpedinoidei: 8 spp.), se analizaron la dieta de las especies: *Dasyatis dipterura*, *D. marmorata*, *D. chrysonota*, *D. tortonesei*, *D. americana*, *D. akajei*, *D. lata*, *D. guttata*, *D. longa*, *D. pastinaca*, *D. centroura*, *D. say*, *Myliobatis freminvillei*, *M. aquila*, *M. australis* y *M. californica*. Los resultados indicaron que la familia Dasyatidae presenta una alimentación conformada principalmente por crustáceos decápodos (46.2%), seguido de peces (15.5%) y poliquetos (14.1%); y la familia Myliobatidae una dieta conformada principalmente por moluscos (60.2%), seguido de peces (11.6%) y crustáceos decápodos (10.1%) (21).

En la investigación sobre hábitos alimentarios del chucho blanco *Myliobatis freminvilli* en la bahía Delaware, Estados Unidos en 2014. Se analizaron los contenidos estomacales de 132 ejemplares, obteniendo como resultado una dieta conformada principalmente por cangrejos ermitaños y gasterópodos, con algunos bivalvos. Además, demostraron que la dieta varía a lo largo de los meses y a través de las etapas de desarrollo de vida (34).

Se analizaron los contenidos estomacales de 464 ejemplares de la “guitarra punteada” *Rhinobatos glaucostigma* (actualmente: *Pseudobatos glaucostigma*) en el sureste del Golfo de California, México en 2015. Obteniendo una dieta dominada por camarones (%PSIRI= 43.47), anfípodos (%PSIRI= 18.89) y crustáceos (%PSIRI= 18.07). Los individuos inmaduros se alimentaron principalmente de anfípodos, mientras que los individuos maduros preferían los camarones y los cangrejos. Esta especie mostró una estrecha amplitud de nicho, con un nivel trófico intermedio ($NT= 3.72$), considerado como un consumidor secundario (35).

Se analizaron los contenidos estomacales de 473 ejemplares de la “raya látigo” *Dasyatis dipterura* (actualmente: *Hypanus dipterurus*) en la Bahía de la Paz, México en 2016. Identificando 32 ítems presa; el bivalvo *Solemya spp.* fue la presa de mayor importancia en la dieta, con valores altos de porcentajes gravimétrico (%W= 50.9), numérico (%N= 45.95), frecuencia de ocurrencia (%FO= 65.3) y por lo tanto la mayor importancia relativa (%PSIRI= 48.4 e %IIR= 89.2). Ninguno de los factores analizados influyó significativamente en la dieta de la especie entre sexos, estadios, épocas climáticas y grupos de edad. La estrategia alimentaria identificada para la especie fue de especialización poblacional y un alto número de recursos ocasionales (23).

En la investigación de ecología trófica de la “raya guitarra” *Pseudobatos productus* en la Bahía Tortugas, Baja California Sur, México en 2017. Se

analizaron los contenidos estomacales de 169 individuos y mediante el índice de importancia relativa (*IIR*), se identificaron las presas más importantes que consume esta especie: el “cangrejo topo” *Blepharipoda occidentalis* (%*IIR*= 13) y la “langostilla” *Pleuroncodes planipes* (%*IIR*= 12). El índice de Levin (amplitud trófica) por categorías de ontogenia (madurez sexual) y el sexo (macho y hembras), evidenció un hábito alimentario especializado ($B_i = 0.21$). Según el índice de similitud ANOSIM, hubo un desplazamiento entre sexos ($R = 0.009$, $p = 0.17$) y por etapas de madurez ($R = -0.002$, $p = 0.54$), mostrando que no hay segregación alimentaria en esta especie (3).

En la investigación de ecología alimentaria de la “raya guitarra” *Pseudobatos planiceps* en las Costas de Ecuador en 2020, mediante análisis de contenido estomacal de 51 organismos. Se identificaron 59 presas pertenecientes a 3 grupos principales (Crustáceos, cefalópodos y peces), reportando que la selección del tipo de presas no varía entre sexo, longitud o peso. En base al índice de importancia relativa (*IIR*), las presas de las familias Portunidae y Penaeidae fueron las más abundantes con un valor de *IIR*= 2.06% y 1.18% respectivamente, disponiendo una importancia relativa baja con una frecuencia de $f = 0.29$ como presa secundaria, los órdenes Stomatopoda y Ophidiformes presentaron frecuencias de $f = 0.16$ y 0.12 respectivamente, dejando así a los demás grupos (Albunidae, Panalidae, Cancridae, Porcellanidae. Isopoda, Octopoda y Teuthida) con valores $f < 0.10$ como presas accidentales. Concluyeron que *Pseudobatos planiceps* es una especie oportunista-

especialista dependiendo de la abundancia de presas en el medio bentónico (36).

1.1.2. Antecedentes a nivel nacional

En el estudio de la biología y pesquería de *Myliobatis chilensis* y *Myliobatis peruvianus* en la caleta de San José, Lambayeque en 1978. Se analizaron contenidos estomacales de 366 individuos de *M. chilensis*, obteniendo una dieta conformada por crustáceos (55.7%), peces (6.93%), moluscos (3.96%) e individuos no identificados (8%). Se estimó que un 85% de los individuos no han alcanzado la primera parición (37).

Se analizó la pesquería y biología de especies de importancia económica en la caleta de San José, Lambayeque en 1994. Mediante el análisis porcentual por el método de frecuencia de ocurrencia (%FO) determinaron que la dieta de *Myliobatis chilensis* estuvo conformada por crustáceos (44.5%), peces (41.5%), poliquetos (3.6%), moluscos (2.4%); también algas verdes (0.3%) considerado como consumo accidental. Además, se observaron diferencias en la alimentación según el tiempo, en otoño la dieta fue principalmente compuesta por crustáceos, mientras que, en verano por peces (38).

En la investigación de la composición de la dieta del batoideo *Myliobatis chilensis*, en Lambayeque durante el evento El Niño en 2017. Se analizaron 72 contenidos estomacales, identificando 24 ítems presas entre teleósteos, gasterópodos, crustáceos, cefalópodos y bivalvos. Según el índice de Levin la amplitud dietaria resultó baja ($B_i = 0.24$) indicando

especialismo en la alimentación. Determinaron nivel trófico alto para la especie ($NT = 3.93$) debido a la elevada ingesta de teleósteos. En verano la presa representativa fue la anchoveta ($IIR = 71.4\%$), durante el invierno fue la jaiba paco ($IIR = 70.4\%$), y en primavera fueron gasterópodos ($IIR = 38.1\%$) y el cangrejo violáceo ($IIR = 28\%$). Según rangos de talla, las rayas de menor tamaño ($< 83.5\text{cm}$) y medianas (83.6 a 124.5cm) consumieron anchoveta ($IIR = 40.5\%$ y 64.4% respectivamente), mientras que las rayas de mayor tamaño ($>125.6\text{cm}$) consumieron principalmente crustáceos ($IIR = 35.5\%$). Concluyeron que, según el hábitat de sus presas, la “raya águila chilena” se alimenta tanto en zona pelágica como bentónica funcionando como conector ecológico. Así mismo, determinaron que el alto consumo de teleósteos se atribuye a una mayor coincidencia en la columna de agua propiciado por el Evento El Niño. (39)

En la investigación sobre la dieta de batoideos del género *Mobula* (*M. mobular*, *M. munkiana* y *M. thurstoni*) y *Myliobatis* (*M. chilensis* y *M. peruvianus*) en el desembarcadero pesquero San José en el Norte del Perú, durante El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) en 2018. Se analizaron 32 contenidos estomacales para el género *Myliobatis*, identificando 14 ítems presa. Para ambas “rayas águila” obtuvieron una alta abundancia de gasterópodos, principalmente en *M. peruvianus* (debido al tamaño de la muestra solo realizaron la descripción de la dieta); para *M. chilensis* la presa más representativa fue el decápodo *Cancer porteri* con un Índice de Importancia Relativa de ($\%IIR = 29.39$). Concluyeron que las rayas

águila tienen un comportamiento especialista debido a la dominancia de decápodos y gasterópodos en su dieta (40).

Se analizaron un total de 166 estómagos entre 2012 y 2015, mediante análisis de contenido estomacal, de siete condriktios explotados comercialmente en la Costa Central, Cañete: *Hypanus dipterurus*, *Myliobatis peruvianus*, *M. chilensis*, *Urotrygon chilensis*, *Pseudobatos planiceps*, *Mustelus mento* y *Callorhynchus callorhynchus*. La dieta de las rayas *H. dipterurus*, *M. chilensis* y *M. peruvianus*, estuvo conformada principalmente por poliquetos de fondo blando y peces. Para estas especies, registraron dominancia del poliqueto *Abarenicola affinis* (%PSIRI > 20). El “pez guitarra del pacífico” *P. planiceps* estuvo alimentado principalmente por cangrejos (%PSIRI = 49) y peces (%PSIRI = 25). *Engraulis ringens* fue identificado como presa importante para *H. dipterurus* y *M. peruvianus* (%PSIRI = 17 y 14, respectivamente) y *Anchoa nasus* para *M. chilensis* (%PSIRI = 14). Además, estimaron el nivel trófico para estas especies colocándolos como consumidores secundarios, Concluyeron que las rayas tuvieron un patrón de especialización alimentaria (41).

1.1.3. Antecedentes a nivel local

Se realizó la descripción y comparación de la dieta de tres especies de rayas de gran importancia ecológica y económica para la pesquería artesanal de Pisco, Ica. Analizando 141 contenidos estomacales del “pez guitarra” *Pseudobatos planiceps*, 126 de la “raya batana” *Hypanus*

dipterurus y 163 de “raya águila chilena” *Myliobatis chilensis*, durante el periodo de primavera del 2016 (Post. Fenómeno El Niño). Reconociendo 15 presas en el “pez guitarra”, 10 en la “raya batana” y 8 en la “raya águila chilena”; mediante el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (*PSIRI*), demostraron que los Brachyura (%*PSIRI*= 50.1) forman parte importante en la dieta de *P. planiceps*; la dieta de *H. dipterurus* fue dominada principalmente por poliquetos (%*PSIRI*= 68.8) (i.e. Nereididae); mientras que en la dieta de *M. chilensis* predominó los peces Clupeomorpha (%*PSIRI*= 86.64) (i.e. *Engraulis ringens*). Concluyeron que, a nivel alimenticio, las tres especies han desplegado roles ecológicos diferentes, *M. chilensis* e *H. dipterurus* como depredadores especializados y *P. planiceps* como depredador generalista; confirmaron que los cambios en los hábitos alimentarios eran influenciados por el tamaño corporal (26).

1.2. Bases teóricas de la investigación

Los hábitos alimentarios se definen como el mecanismo o conducta de búsqueda e ingestión de alimentos, es decir, la manera de alimentarse. Esto se distingue de los hábitos de alimento (dieta) que corresponden al estudio de las presas que habitual o incidentalmente llegan a comer. Los organismos que sirven de alimento no siempre están disponibles, ya que hay fluctuaciones naturales en su abundancia. Estas fluctuaciones son a menudo cíclicas y se deben a factores propios del desarrollo biológico, a condiciones relacionadas

con el medio ambiente, o algún exceso de depredación que hizo que disminuyera la abundancia (42).

La determinación de los hábitos alimentarios mediante el análisis de contenido estomacal ayuda a conocer aspectos particulares del estilo de vida de cada especie. Además, representa un paso importante para comprender la función ecológica que desempeñan las especies dentro de un ecosistema, permitiendo establecer los planes de manejo de los recursos, principalmente cuando se sabe que la información disponible es limitada y los lineamientos para la protección y el aprovechamiento racional no se han establecido a detalle (42) (43).

Es importante mencionar que las especies de batoideos se especializan en algún tipo de presa de acuerdo a su distribución, a sus hábitos de nado sobre la columna de agua y a sus características bucales y dentales distintivas de cada especie, lo que pudiera evitar la competencia por los recursos y así subsistir en los ecosistemas que habitan (44-46). Los batoideos presentan mayor actividad alimenticia en periodos con escasa luz solar; siendo importantes predadores de la fauna de invertebrados pequeños (moluscos y crustáceos) y de pequeños peces (29) (47-51).

La coexistencia entre especies con dietas similares y un nicho trófico estrecho es un factor que conduce a la variación de la dieta, ocasionando competencia por los recursos (9). La abundancia y distribución de las presas es una de las estrategias principales para eludir la competencia entre especies (52).

Se han documentado cambios estacionales en la amplitud del nicho trófico de diversas especies de batoideos, indicando que tienen la capacidad de adaptarse

mediante una variación en la dieta como parte de su estrategia alimentaria, en respuesta a la abundancia de las presas en el medio (53-61)

Algunos estudios alimentarios en batoideos reportan variaciones en la dieta según la talla de madurez sexual. Durante el crecimiento, las rayas incorporan peces u otros organismos a la dieta conforme desarrollan su capacidad y habilidad para capturarlos (58), estos cambios en función del tamaño del depredador (11,17) (57,62) y la necesidad de satisfacer los requerimientos energéticos para su reproducción (63).

La mayoría de las rayas responden a estrategias alimentarias de tipo generalista con amplios nichos tróficos; sin embargo, existen estrategias especialistas cuya dieta se basa en un espectro de presas reducido (64).

1.3. Marco conceptual

Bentos: Grupo ecológico integrado por todos aquellos organismos que habitan en o sobre el sustrato marino (65).

Biomasa: Es el peso de la materia viva en una superficie o área determinada, se expresa en unidades de peso/superficie (66).

Captura incidental: Especies que son capturadas de forma casual en las pesquerías y que son retenidas (67)

Competencia: Es la interacción negativa entre organismos por recursos que son comunes y limitados (68).

Comportamiento: Es la manera de proceder que tienen los organismos en relación con su entorno. Conjunto de respuestas motoras frente a estímulos tanto internos como externos (69).

Demersal: Organismo que vive asociado al fondo marino, ya sea por cuestiones de alimentación, reproducción o refugio (67).

Depredador: Animal que consume otros organismos, ya sean vegetales o animales (70)

Dieta: Conjunto de sustancias alimenticias que todo ser vivo consume habitualmente.

Dimorfismo: Dentro de una misma especie. Es la existencia de dos clases de individuos en cuanto a forma o apariencia (71).

Diversidad de especies: Es la cantidad numérica que combina el número de especies en un área con la abundancia relativa de cada una de ellas (68).

Ecología: Estudia las interrelaciones que regulan la distribución y abundancia de los organismos (72).

Ecosistema: Sistema biológico que interactúan entre sí formando comunidades y con su ambiente abiótico (72).

Especialista: Consumo de un número limitado de recursos alimentarios (9).

Espectro trófico: Se entiende por espectro trófico de un organismo a la variedad en los alimentos que consumen. Éste puede ser restringido

(preferencias por determinadas presas) o amplio (alta diversidad de alimento) (71).

Factores: Influencia, elemento, circunstancia que coadyuva a producir un resultado determinado.

Frecuencia de Ocurrencia: cuantitativa que mide el grado de incidencia de una determinada especie presa en un número determinado de estómagos analizados (73).

Generalista: Consumo de un espectro amplio de recursos alimentarios (9).

Hábitat: El hábitat de un organismo es el conjunto de factores ambientales, bióticos y abióticos, que podrían interaccionar con éste (74)

Hábitos alimentarios: Tipos de presas de las cuales se alimenta un organismo (9).

Interespecífico: Interacción dentro de un grupo de organismos de especies diferentes (68).

Intraespecífico: Interacción dentro de un grupo de organismos de la misma especie (68).

Mandíbula: Estructura que lleva implantados los dientes, compuesta por varios cartílagos en el caso de los elasmobranquios (72).

Morfología: Estudio de la forma de los organismos, la forma misma del organismo o parte de él (72).

Pelágico: Organismos que viven en las aguas libres, sin contacto con el fondo (67).

Peso: Variable cuantitativa que registra el peso (g) de todos los individuos de un mismo tipo de presa (especie presa) (73).

Tráfico: Relativo a la alimentación (66).

CAPÍTULO II.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.1. Situación problemática

Los peces batoideos son organismos muy importantes en el ámbito comercial y ecológico; participan en el intercambio de energía entre los niveles tróficos altos y bajos de los ecosistemas marinos, actuando como depredadores de la fauna pelágica y bentónica; estas relaciones no han sido estudiadas a detalle.

Debido al desconocimiento de los aspectos ecológicos de diversas especies de batoideos, es limitado el desarrollo de estrategias para su protección y conservación. Estos presentan poblaciones en declive según la Ordenación Pesquera Basada en el Ecosistema (EBFM) producto de la presión comercial (75). Reportes históricos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) indican que en Perú el 65% de las especies de batoideos, presentan un estado de conservación desconocido (12-15) (76)

A nivel regional, son cuatro las especies de batoideos con mayor demanda comercial en el Desembarcadero Pesquero Artesanal “José Olaya Balandra” de San Andrés, Pisco: el “pez guitarra del pacífico” *Pseudobatos planiceps* (Garman, 1880); la “raya águila chilena” *Myliobatis chilensis* (Philippi, 1892); la “raya águila peruana” *Myliobatis peruvianus* (Garman, 1913) y la “raya batana” *Hypanus dipterurus* (Jordan & Gilbert, 1880) (26,77). Estas especies no disponen de mecanismos que regulen su pesquería de forma detallada y sostenible.

Una manera de abordar este tema es por medio de estudios tróficos que determinen de manera detallada los hábitos alimentarios y sus relaciones tróficas a nivel intra e interespecífico, para así disponer de información valiosa que permita identificar su función ecológica y las relaciones que establecen con otras especies.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema general

¿Cuáles son los hábitos alimentarios de los batoideos de importancia comercial de Pisco- Ica, mayo – septiembre 2019?

2.3. Delimitación del problema

2.3.1. Delimitación espacial o geográfica:

El estudio se desarrolló en el área de operación de la flota artesanal frente a Pisco, dedicada a la captura de rayas, desembarcada en el Muelle de San Andrés, Provincia de Pisco - Ica, ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: 13°43'59.7"S 76°13'28.0"W.

2.3.2. Delimitación temporal:

El periodo de estudio fue de mayo a septiembre del 2019.

2.3.3. Delimitación conceptual:

Se estudió los hábitos alimentarios de los batoideos de importancia comercial de Pisco - Ica; mediante análisis cualitativo y cuantitativo del contenido estomacal.

2.4. Justificación e importancia de la Investigación

2.4.1. Justificación

Son pocos los estudios relacionados a los hábitos alimentarios de especies de batoideos con valor comercial, por lo que al desconocer el rol ecológico que desempeñan en el ecosistema marino, la presión pesquera sobre estas especies podría conducir a un decrecimiento poblacional notable, afectando la estabilidad de sus poblaciones y las variaciones en su dinámica alimentaria.

El presente estudio contribuirá con el enriquecimiento de la literatura científica, al proporcionar información que contribuyan a la adecuada administración de los recursos hidrobiológicos, permitiendo comprender con mayor detalle el rol que desempeñan estas especies en el ecosistema marino de Pisco - Ica.

2.4.2. Importancia

La presente investigación brinda información que ayuda a comprender el rol que ocupan los batoideos en los ecosistemas marinos; asimismo, los resultados pueden contribuir en la toma de decisiones para la conservación y pesquería sostenible de este taxa, que es de gran importancia comercial en Pisco.

Por otro lado, los batoideos en estudio pueden estar jugando un papel importante como depredadores en la estructuración de las comunidades marinas, considerando el efecto de cascada trófica en las interacciones ecológicas.

2.5. Objetivos de investigación

2.5.1. Objetivo general

Determinar los hábitos alimentarios de los Batoideos de importancia comercial de Pisco-Ica, durante el periodo de mayo – septiembre del 2019.

2.5.2. Objetivos específicos

O.E.1. Analizar cualitativamente el contenido estomacal de los Batoideos de importancia comercial de Pisco - Ica, según talla y sexo.

O.E.2. Analizar cuantitativamente el contenido estomacal de los batoideos de importancia comercial de Pisco - Ica.

O.E.3. Establecer el probable traslapo trófico de la dieta entre los Batoideos de importancia comercial de Pisco - Ica.

2.6. Variables de investigación

2.6.1. Identificación de variables

- **Variable 1:** Hábitos alimentarios.

Dimensión: Índices alimentarios.

Indicadores: Índice de frecuencia de una presa, índice de porcentaje en número, índice de porcentaje en peso, índice de importancia relativa, índice de vacuidad, índice de Levin, índice de Pianka, nivel trófico.

- **Variable 2:** Especies.

Dimensión: Parámetros biométricos y biológicos.

Indicadores: Longitud total, ancho del disco, sexo, análisis de contenido estomacal, madurez sexual.

2.6.2. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Nivel de medición	Clases, escalas o rangos de variación
Hábitos alimentarios	Permite comprender el papel biológico y ecológico que desempeña un organismo dentro del ecosistema, ya que el alimento constituye uno de los factores intrínsecos más importantes porque regulan o afectan su crecimiento y reproducción, así como la forma en que se desarrolla su ciclo de vida.	Índices alimentarios	FO = Índice de frecuencia de ocurrencia	Razón	Porcentaje
			N = Índice de porcentaje en número	Razón	Porcentaje
			W = Índice de porcentaje de peso	Razón	Porcentaje
			IV = Índice de Vacuidad	Razón	Porcentaje
			IIR = Índice de importancia relativa	Razón	Porcentaje
			Bi = índice de Levin's	Nominal	1: Generalista 2: Especialista
			Ojk = índice de Pianka	Nominal	1: bajo 2: medio 3: alto
			NT = Nivel trófico	Razón	Abierta
Especie	Unidad básica de clasificación biológica Especies de batoideos analizados en el estudio	Parámetros biométricos y biológicos	Longitud total	Razón	Abierta
			Ancho de disco	Razón	Abierta
			Sexo	Nominal	0: hembra 1: macho
			Análisis contenido estomacal	Razón	Abierta
			Madurez sexual	Nominal	1: inmaduro 2: maduro

CAPÍTULO III.

3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA / METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

Básica.

3.1.2. Nivel de investigación:

Descriptiva.

3.1.3. Diseño de investigación:

Descriptivo observacional.

3.2. Población y muestra materia de investigación

3.2.1. Población de estudio

La población de estudio estuvo constituida por la totalidad de individuos de rayas de interés comercial de las especies: “pez guitarra del pacífico” *Pseudobatos planiceps* (Garman, 1880); “raya águila chilena” *Myliobatis chilensis* (Philippi, 1892); “raya águila peruana” *Myliobatis peruvianus* (Garman, 1913) y la “raya batana” *Hypanus dipterurus* (Jordan & Gilbert, 1880) que habitan en la zona marino costera de Pisco - Ica y se expenden en el DPA “José Olaya Balandra” de San Andrés, durante el periodo mayo - septiembre del 2019. (Anexo 1 y 2).

3.2.2. Muestra de estudio

La representatividad de la muestra se basó en los individuos de batoideos de importancia comercial de Pisco – Ica, provenientes de la pesca desembarcada en el DPA “José Olaya Balandra” de San Andrés, colectados aleatoriamente mediante muestreos con frecuencia de una vez por semana durante el periodo de mayo – septiembre del 2019. La muestra obtenida se conformó de 231 individuos, de los cuales 93 fueron *Myliobatis chilensis*, 49 *M. peruvianus*, 47 *Hypanus dipterurus* y 42 *Pseudobatos planiceps*.

CAPITULO IV.

4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. Área de estudio

El área de estudio constituye el área de pesca que opera la flota artesanal de captura de rayas frente a Pisco y que es desembarcada en el DPA “José Olaya Balandra” de San Andrés, Provincia de Pisco-Ica, ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: 13°43'59.7"S 76°13'28.0"W (Figura 1).

El muelle de San Andrés es una de las infraestructuras pesqueras más importante en la Provincia de Pisco, cuenta con un área de comercialización de los recursos hidrobiológicos, un área de producción de hielo y refrigeración.

Los pescadores artesanales emplean redes de enmalle tipo agallera, con paños multifilamento de 100 – 120 m de longitud, 15 – 18 m de caída y una abertura de malla de 14 – 25 pulgadas (pesca con redes superficiales) y también paños monofilamentos de 80 – 100m de longitud, 10 – 15 m de caída y una abertura de malla de 12 – 18 pulgadas (pesca con redes de fondo). La actividad de pesca consistió en calar las redes durante la noche y levantarlas por la mañana, por un periodo entre 3 a 7 días aproximadamente.

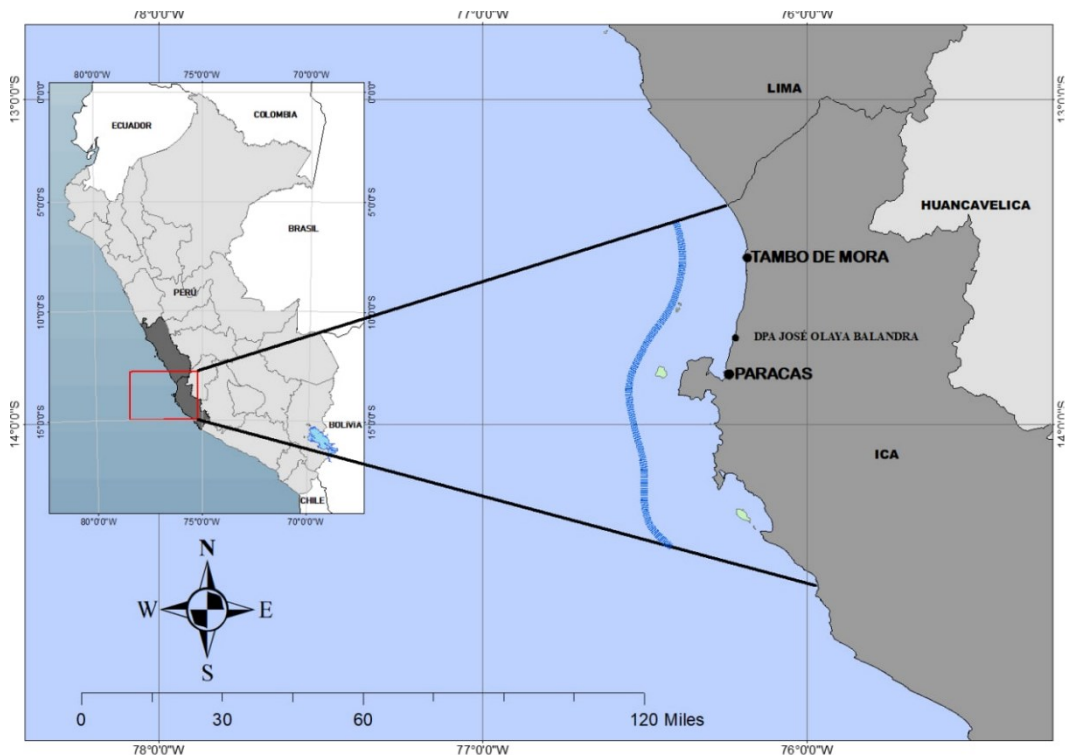


Figura 1. Área de pesca artesanal de la flota dedicada a la pesquería de batoideos del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) “José Olaya Balandra” de San Andrés, Pisco – Ica.

4.2. Colección del material biológico

Se recolectaron ejemplares de Batoideos en el DPA “José Olaya Balandra” de San Andrés, Pisco-Ica, provenientes de la pesca desembarcada por la flota artesanal dedicada a la pesquería de rayas, la frecuencia del muestreo fue una vez por semana durante la temporada de otoño e invierno (Mayo – Septiembre del 2019).

4.3. Reconocimiento de las muestras

El reconocimiento taxonómico de los batoideos de importancia comercial se realizó utilizando literatura especializada como: Clave para identificar los peces marinos del Perú de Chirichigno y Vélez (1998) (79), Guía para la identificación de tiburones y rayas comercializadas en el Pacífico Colombiano Mejía-Falla et al. (2011) (80).

4.4. Muestreo biométrico

4.4.1. Longitud total

Se midió la Longitud total (LT) en cm del “pez guitarra del pacífico” *Pseudobatos planiceps*, considerando la distancia comprendida desde el extremo más proyectado del hocico hasta el extremo de la aleta o pedúnculo caudal.

4.4.2. Ancho del disco

Se realizó la medición del Ancho de disco (AD) en cm a todos los batoideos recolectados; este proceso registró la mayor medida entre los extremos de las aletas pectorales que forman el disco (Figura 2).

Los valores de Ancho de disco y Longitud total permitieron determinar los estadios de madurez sexual, en base a los estudios de Castañeda (1994) (primera madurez, 115 cm AD) para *Myliobatis chilensis* (39); para *M. peruvianus* según los estudios de Valderrama (2019) (primera madurez, machos: 122 y hembras: 163 cm AD) (81); para *Hypanus dipterurus* según los estudios de Smith (2004) y Smith *et al.* (2007) (primera madurez, machos: 43.3 cm y hembras: 57.3 cm AD); y para *Pseudobatos planiceps* (primera madurez, machos: 77 cm y hembras: 80 cm LT) (82,83).

Las mediciones se realizaron con una cinta métrica de 300 centímetros y los datos fueron transcritos en un registro de información (Anexo 3).

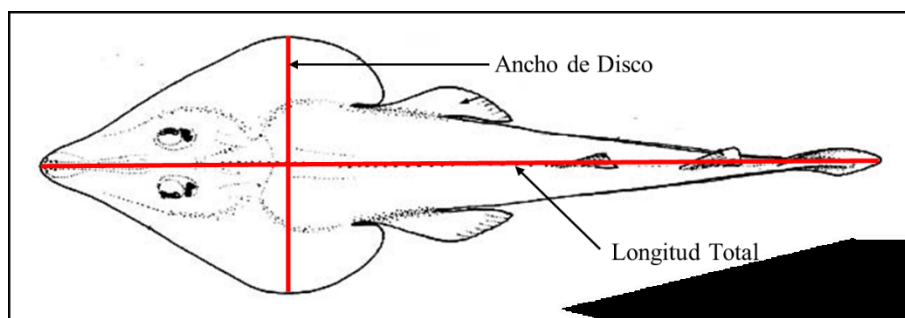


Figura 2. Medidas de longitud total (LT) y ancho de disco (AD) (tomado de Valenzuela, 2009).

4.5. Muestreo biológico

4.5.1. Determinación del sexo

Para determinar el sexo de cada ejemplar se tomó como criterio la presencia o ausencia de cláspers (mixopterigios).

Los cláspers son estructuras anatómicas masculinas localizadas a nivel de las aletas pélvicas. De tal modo se consideró como “raya macho” cuando estaba presente y “raya hembra” cuando no.

4.5.2. Obtención de estómagos

Para la obtención de los estómagos y región intestinal (muestra) se realizó el proceso de eviscerado que consistió en una incisión en la región ventral de la raya para extraer los tractos digestivos de la cavidad abdominal. Seguidamente se procedió a rotular la muestra con las siguientes inscripciones: código, especie, talla, sexo y fecha correspondiente de cada espécimen. A cada ejemplar se le asignó un código en función a su especie (siglas de su nombre científico) y el orden en que fue analizado, para: *Myliobatis chilensis* (**MC000**); *Myliobatis peruvianus* (**MP000**); *Hypanus dipterurus* (**HP000**) y *Pseudobatos planiceps* (**PP000**).

Para el almacenamiento se utilizaron bolsas plásticas de polietileno 30 x 40 y para la conservación se empleó un cooler contenido con blue ice garantizado a una temperatura que evite la descomposición, seguidamente las muestras se trasladaron al Laboratorio de Zoología de Vertebrados de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” para su análisis correspondiente.

4.6. Técnicas de procesamiento de datos y análisis

4.6.1. Análisis cualitativo de contenido estomacal

Para este análisis las muestras (estómagos) fueron agrupadas y analizadas por especie con el fin de registrar y procesar la información de manera ordenada. Seguidamente se procedió a extraer el contenido estomacal previo lavado con agua y depositados en tamices de 1 y 0.5 mm de tamaño de malla. Los ítems presa para cada muestra fueron depositados en placas Petri y agrupados por grupos taxonómicos con su respectiva rotulación. Aquellas muestras que no presentaron contenido de presas se las fue desechando y registrando en una planilla (Anexo 4), para su posterior análisis cuantitativo.

Para la identificación hasta el mínimo taxón posible se empleó un estereoscopio binocular, adicionalmente se utilizó guías de identificación y literatura especializada:

Para peces: Clave de identificación de peces marinos del Perú del Instituto del Mar del Perú (1998) y Catálogo comentado de los peces marinos del Perú (2001) [\(79,84\)](#).~~(80,85)~~.

Para crustáceos: Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú (2012) y Guía de invertebrados intermareales del Golfo de California (1980) (85,86).

Para moluscos: Lista sistemática de moluscos marinos del Perú (1997) y Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de Chile (1998) (87,88).

Para poliquetos: Lista faunística comentada de gusanos poliquetos de México (1998), Guía de poliquetos bentónicos submareales de fondos blandos de Chile (2005) y Lista de poliquetos bentónicos en la plataforma continental frente a Callao (2016) (89-91).

Luego de identificar y contabilizar los ítems presa, se colocaron en papel absorbente para eliminar residuos de agua que pudieran sesgar el peso. Para este proceso se utilizó una balanza analítica digital con 0.01 g de precisión y los datos fueron registrados en una planilla (Anexo 4).

4.6.2. Análisis cuantitativo de contenido estomacal

- **Determinación del Índice de vacuidad**

El número de tractos digestivos vacíos fue registrado y expresado en porcentaje conforme al número total de contenidos estomacales examinados para cada especie (92). Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IV = E_v/E_t * 100$$

Dónde, IV = índice de vacuidad, E_v = el número de tractos digestivos vacíos y E_t = el número total de tractos digestivos analizados.

- **Determinación de Índices Alimentarios**

Para cuantificar los ítems presa en la dieta, se aplicó diferentes índices alimentarios: porcentaje en número ($\%N$), porcentaje en peso ($\%W$) y el porcentaje de frecuencia de ocurrencia ($\%FO$) (73,92). El procesamiento de datos para la determinación de los índices alimentarios se realizó con el programa Excell versión 2106.

ÍNDICE NUMÉRICO (N)

Relaciona el número total de una presa (n) y el número total de las presas (NT). Son expresados como un porcentaje del total de presas mediante la siguiente formula:

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

Donde:

n = Sumatoria del número de cada uno de los grupos presa.

NT = Sumatoria del número de todos los componentes alimenticios.

ÍNDICE GRAVIMÉTRICO (W)

Relaciona el peso de una presa (p) respecto al peso total de las presas (PT), se expresó en porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$\%W = \frac{p}{PT} * 100$$

Donde:

p = Peso (g) de un determinado tipo de presa.

PT = Peso (g) de la totalidad de especies presa.

ÍNDICE DE FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO)

Refleja la frecuencia con la que se encuentra una determinada presa expresada como un porcentaje de la totalidad de estómagos con alimento, por medio de la siguiente fórmula:

$$\%FO = \frac{n}{NE} * 100$$

Donde:

n = Número de estómagos que tienen el mismo componente alimenticio.

NE = Número total de estómagos con alimento.

ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR)

Este método se utilizó con la finalidad de aportar un resultado que equilibre los resultados obtenidos por los otros métodos, los cuales por separado subestiman o sobreestiman a ciertas presas; mientras que el *IIR* incorpora todas las medidas estimando y dando importancia general a cada presa en particular (73,92). Por medio de la siguiente fórmula:

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

Donde:

$\%W$ = Porcentaje de peso.

$\%N$ = Porcentaje del número de organismos.

$\%FO$ = Porcentaje de frecuencia de ocurrencia.

El valor obtenido de *IIR* se estandarizó de tal manera que la importancia de las categorías pueda ser comparable (93), a saber:

$$\%IIR = \frac{100 * IIRi}{\sum IIRi}$$

Donde $IIRi$ es el valor de IIR para cada categoría de presa i .

ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA PRESA ESPECÍFICA (PSIRI)

Para determinar la importancia de un ítem presa en la dieta de un depredador; además de utilizar el tradicional $\%IIR$, se empleó el nuevo Índice de Importancia Relativa Presa Específico ($PSIRI$), el cual usa los valores de $\%N$ y $\%W$ ajustados a la abundancia específica de las presas ($\%PNI$ y $\%PWi$) (93), mediante la siguiente fórmula:

$$\%PSIRIi = \frac{\%FOi * (\%PNI + \%PWi)}{2}$$

Donde:

$\%PSIRIi$ = índice de importancia relativa presa específica de la presa i .

$\%PNI$ = $\%N/\%FO$ (porcentaje del índice en número presa específico de la presa i).

$\%PWi$ = $\%W/\%FO$ (porcentaje del índice en peso presa específico de la presa i).

- **Cambios en la dieta por factores**

Los factores a analizar fueron:

- Cambios en la dieta entre especies (*M. chilensis*, *M. peruvianus*, *H. dipterurus* y *P. planiceps*),
- Cambios en la dieta por sexos (0: hembras; 1: machos),

- Cambios en la dieta por madurez sexual comprendida por rango de talla (Size Class) (SC1: inmaduro; SC2: maduro).

Para analizar posibles diferencias de las dietas entre especies, sexos y madurez sexual, se utilizó el programa PRIMER v6.1.11, por el cual se construyó una matriz de similitud usando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis con base en los valores del %*PSIRI* de las presas (100). Mediante el programa PRIMER v6.1.11 se realizó el análisis Cluster y el análisis no métrico de escalamiento multidimensional (*nMDS*).

Para analizar patrones de agrupamiento de especies, se utilizó el análisis de Cluster técnica de ordenamiento multivariada; que ayuda a graficar la similitud trófica de especies coexistentes y determinar gremios tróficos, es usado mayormente en diversos estudios de ecología marina, pesquerías e hidrología (101).

Para visualizar la existencia de posibles diferencias entre especies se realizó un análisis no métrico de escalamiento multidimensional (*nMDS*), basado también en una medida de similaridad de Bray-Curtis, este análisis realiza una representación gráfica bidimensional de la dieta de las especies, uniendo factores con hábitos alimentarios similares (100).

- **Amplitud trófica**

Se calculó la amplitud del nicho trófico para determinar si las especies de batoideos presentan una especialización sobre los recursos

alimenticios existentes (94). Se utilizó el índice estandarizado de Levin:

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

Donde:

Bi = Amplitud del nicho trófico.

$\sum P_{ij}$ = Proporción de la dieta del depredador i que utiliza la presa j .

n = Número total de especies presa.

Este índice tiene valores que van de 0 a 1, cuando los valores son cercanos a 0 (<0.6) se considera que el depredador es más selectivo sobre ciertos grupos presa; mientras que los valores que aproximan a 1 (>0.6), se considera que el depredador es más generalista sobre los recursos alimenticios.

- **Traslape trófico**

El traslape trófico determina la competencia entre especies, indicando el grado de similitud de alimento entre las diferentes especies de batoideos (94,95), se calculó mediante el índice de Pianka (O_{jks}) (96,97), usando los valores del %PSIRI, mediante la siguiente fórmula:

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n P_{ij}^2 \sum_i^n P_{ik}^2}}$$

Dónde:

O_{jk} = traslape de nicho trófico entre las especies j y las especies k .

P_{ij} = proporción de presas i del total de presas consumidas j .

P_{ik} = proporción de presas i del total de presas consumidas k .

Este índice es simétrico y si los valores muestran un traslapo mayor que 0.60 se considera que es biológicamente significativo (97). Para evaluar estadísticamente si los traslapes fueron significativos, los valores observados en los traslapes fueron comparados con una distribución de valores esperados mediante simulaciones de un modelo nulo, empleándose el algoritmo de aleatorización RA3 con 1000 repeticiones, realizadas por medio del software EcoSim v.7.0 (97).

- **Nivel Trófico**

Determinar el nivel trófico a partir de los ítems presas registradas en los estómagos analizados, aporta valiosa información con respecto a la posición relativa de los organismos en la red trófica (92); para determinar el nivel trófico, se empleó la siguiente fórmula:

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

Dónde:

NT = nivel trófico de depredador.

NT_j = nivel trófico de cada categoría de presa consumida.

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

n = número de ítems presa.

Los niveles tróficos de las presas fueron consultados según los niveles establecidos en: Sea Around Us Project Data Base (98), Fishbase (99), los cuales se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías de presas utilizadas para calcular los niveles tróficos de las especies de batoideos.

Grupo Taxonómico	Sigla	Organismos clasificados en cada grupo	Nivel Trófico
Acanthopterygii	ACA	Peces óseos del superorden Acanthopterygii	3.76
Anomura	ANO	Crustáceos decápodos llamados falsos cangrejos	2.5
Bivalvia	BIV	Todos los moluscos bivalvos	2.23
Brachyura	BRA	Cangrejos	2.6
Cephalopoda	CEPH	Calamares del orden Teuthida, familia Loliginidae	3.9
Clupeomorpha	CLU	Peces óseos de la familia Engraulidae	3.63
Cnidaria	CNI	Cnidarios	2.5
Gastropoda	GAS	Todos los caracoles	3.06
Polychaeta	POL	Gusanos marinos segmentados	2.6
Stomatopoda	SQU	Camarones de la familia Squillidae	3.5

CAPITULO V.

5. PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación e interpretación de resultados.

5.1.1. Análisis cualitativo del contenido estomacal de los Batoideos según talla y sexo.

a) Muestreo biométrico y proporción de sexos: (Tabla 2)

Tabla 2. Longitud total, ancho de disco y proporción de sexos según especie batoidea, Pisco-Ica.

Especies	n	Rango de tamaño (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar (cm)	Proporción de sexos
<i>Myliobatis chilensis</i>	93	42-96.5 (AD)	67.57	15.44	48H:45M
<i>Myliobatis peruvianus</i>	49	34-135 (AD)	57.7	20.34	29H:20M
<i>Hypanus dipterurus</i>	47	40-80.5 (AD)	55.91	9.55	32H:15M
<i>Pseudobatos planiceps</i>	42	99-134.5(LT)	109.7	7.48	32H:10M

(n= Numero de especímenes, AD: ancho de disco, LT: longitud total, H: hembra; M: macho).

Se analizaron un total de 231 especímenes de batoideos de importancia comercial de Pisco, durante mayo a septiembre del 2019. Se observa que la especie de mayor frecuencia fue *Myliobatis chilensis* con 93 individuos analizados y la especie de menor frecuencia fue *Pseudobatos planiceps*. Según la determinación del sexo el 61.04% del total de especímenes fueron hembras.

b) Muestreo Biológico: Identificación de ítems presa del contenido estomacal de los Batoideos. (Tabla 3)

Tabla 3. Ubicación taxonómica de ítems presas del contenido estomacal de los batoideos en estudio, Pisco-Ica.

Categoría Alimentaria	Orden	Familia	ITEM PRESA Especie
Clupeomorpha	Cupleiformes	Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>
			<i>Anchoa nasus</i>
Acanthopterygii	Atheriniformes	Atherinidae	<i>Odontesthes regia</i>
	Perciformes	Sciaenidae	<i>Cynoscion analis</i>
		Syngnathiformes	Syngnathidae
			<i>Leptonotus blainvillanus</i> Restos
Brachyura	Decapoda	Platyxanthidae	<i>Platyxanthus orbignyi</i>
		Cancriidae	<i>Romaleon polyodon</i>
			Restos
Malacostraca	Isopoda	Cymothoidae	<i>Cymothoa sp.</i>
Gastropoda	Neogastropoda	Nassariidae	<i>Nassarius gayii</i>
			Restos
Bivalvia	Mytilida	Mytilidae	<i>Semimytilus algosus</i>
	Cardiida	Donacidae	No idetificada
Cephalopoda	Teuthida		No identificada
Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	No identificada

De 177 estómagos de batoideos analizados se reconocieron 17 ítems presa, en el espectro trófico de las cuatro especies, representados en 11 especies, 11 familias, 11 órdenes y 8 categorías alimentarias.

5.1.2. Análisis cuantitativo del contenido estomacal de los Batoideos.

a) Determinación del Índice de Vacuidad. (Figura 3)

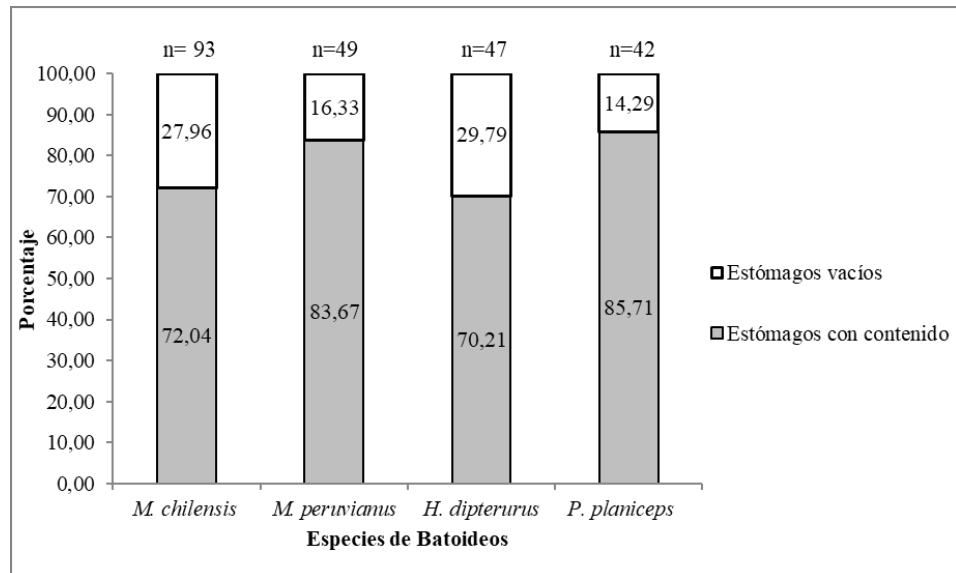


Figura 3. Índice de vacuidad (%) según especie batoidea, Pisco-Ica.

Del total de individuos estudiados, el 76.62% presentaron contenido estomacal. Se observan valores bajos de porcentaje de vacuidad (%IV) para las cuatro especies, siendo *Hypanus dipterurus* la especie con mayor porcentaje de vacuidad (29.79%) y *Pseudobatos planiceps* con el menor porcentaje (14.29%).

b) Determinación de los Índices Alimentarios de la dieta de cada batoideo (Tablas 4, 5, 6 y 7)

Tabla 4. Análisis cuantitativo de la dieta de *Myliobatis chilensis*, según aplicación de Índices Alimentarios. Pisco – Ica.

ÍTEMS PRESA	ÍNDICES ALIMENTARIOS				
	%N	%W	%FO	%IIR	%PSIRI
Clupeomorpha	86.3	86.6	86.6	86.6	86.4
<i>Engraulis ringens</i>	86.3	86.6	86.6	86.6	86.4
Acanthopterygii	3.7	4.2	4.5	4.2	4.0
<i>Odontesthes regia</i>	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Restos	2.2	2.7	3.0	2.7	2.5
Gastropoda	1.5	0.0	1.5	0.7	0.7
Restos	1.5	0.0	1.5	0.7	0.7
Bivalvia	4.3	3.1	4.5	3.7	3.7
Bivalvos ni.	4.3	3.1	4.5	3.7	3.7
Cephalopoda	0.2	0.0	1.5	0.0	0.1
Cephalopodo ni.	0.2	0.0	1.5	0.0	0.1
Isopoda	0.7	0.2	1.5	0.3	0.5
<i>Cymothoa exigua</i>	0.7	0.2	1.5	0.3	0.5
Polychaeta	3.2	5.8	6.0	4.5	4.5
Nereididae	3.2	4.3	4.5	3.7	3.7
Poliquetos ni.	0.0	1.5	1.5	0.7	0.7

(%N= porcentaje numérico, %W= porcentaje gravimétrico, %FO= porcentaje frecuencia de ocurrencia, %IIR= porcentaje índice de importancia relativa; %PSIRI= porcentaje índice de importancia relativa presa específica, ni. = no identificado).

La dieta de *Myliobatis chilensis* “raya águila chilena” estuvo conformada por 9 ítems presa, la anchoveta peruana *Engraulis ringens* (%PSIRI= 86.44) fue la especie presa más importante, seguido de los moluscos y poliquetos que presentaron un porcentaje inferior al 4.5%.

Tabla 5. Análisis cuantitativo de la dieta de *Myliobatis peruvianus*, según aplicación de Índices Alimentarios. Pisco – Ica.

ÍTEMS PRESA	ÍNDICES ALIMENTARIOS				
	%N	%W	%FO	%IIR	%PSIRI
Clupeomorpha	15.2	13.7	19.5	13.2	14.4
<i>Engraulis ringens</i>	15.2	13.7	19.5	13.2	14.4
Gastropoda	46.6	22.2	48.8	33.3	34.4
Restos	46.6	22.2	48.8	33.3	34.4
Bivalvia	8.1	7.2	12.2	5.7	7.6
Bivalvos ni.	8.1	7.2	12.2	5.7	7.6
Polychaeta	30.2	56.9	61.0	47.7	43.5
Nereididae	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Poliquetos ni.	27.7	54.5	58.5	45.3	41.1

(%N= porcentaje numérico, %W= porcentaje gravimétrico, %FO= porcentaje frecuencia de ocurrencia, %IIR= porcentaje índice de importancia relativa; %PSIRI= porcentaje índice de importancia relativa presa específica, ni. = no identificado).

La dieta de *Myliobatis peruvianus* “raya águila peruana” estuvo conformada por 5 ítems presa, se determinó que el grupo alimentario más representativo en la dieta fueron los poliquetos (%PSIRI= 43.52), seguido de los moluscos gasterópodos y peces clupeomorfos en menor grado.

Tabla 6. Análisis cuantitativo de la dieta de *Hypanus dipterurus*, según aplicación de Índices Alimentario. Pisco – Ica.

ÍTEMS PRESA	ÍNDICES ALIMENTARIOS				
	%N	%W	%FO	%IIR	%PSIRI
Clupeomorpha	25.3	29.4	30.3	27.8	27.3
<i>Engraulis ringens</i>	25.3	29.4	30.3	27.8	27.3
Acanthopterygii	1.0	0.5	3.0	0.1	0.8
<i>Odontesthes regia</i>	1.0	0.5	3.0	0.1	0.8
Gastropoda	1.0	0.2	3.0	0.1	0.6
<i>Nassarius gayii</i>	1.0	0.2	3.0	0.1	0.6
Bivalvia	52.3	52.6	63.6	57.8	52.4
<i>Semimytilus algosus</i>	52.3	52.6	63.6	57.8	52.4
Brachyura	8.1	8.2	12.1	6.3	8.1
<i>Platyxanthus orbigny</i>	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
<i>Romaleon polyodon</i>	1.0	1.2	3.0	0.1	1.1
<i>Brachyura ni.</i>	1.0	0.9	3.0	0.1	1.0
Polychaeta	12.4	9.2	15.2	7.9	10.8
Nereididae	6.6	5.6	9.1	4.5	6.1
Poliquetos ni.	5.8	3.6	6.1	3.3	4.7

(%N= porcentaje numérico, %W= porcentaje gravimétrico, %FO= porcentaje frecuencia de ocurrencia, %IIR= porcentaje índice de importancia relativa; %PSIRI= porcentaje índice de importancia relativa presa específica, ni. = no identificado).

La dieta de *Hypanus dipterurus* “raya batana” estuvo conformada por 9 ítems presas, las especies más representativas fueron el bivalvo *Semimytilus algosus* (%PSIRI= 52.40) y el pez *Engraulis ringens* (%PSIRI= 28.06), otros ítems presa como poliquetos y cangrejos braquiuros se registraron en menor grado.

Tabla 7. Análisis cuantitativo de la dieta de *Pseudobatos planiceps*, según aplicación de Índices Alimentarios. Pisco – Ica.

ÍTEMS PRESA	ÍNDICES ALIMENTARIOS				
	%N	%W	%FO	%IIR	%PSIRI
Clupeomorpha	22.8	21.3	33.3	22.3	22.0
<i>Engraulis ringens</i>	21.4	21.1	30.6	21.6	21.2
<i>Anchoa nasus</i>	1.4	0.2	2.8	0.8	0.8
Acanthopterygii	4.8	11.2	13.9	4.0	8.0
<i>Odontesthes regia</i>	0.9	1.6	2.8	0.3	1.2
<i>Cynoscion analis</i>	1.1	4.5	5.6	1.1	2.8
<i>Stellifer minor</i>	1.4	2.6	2.8	2.0	2.0
<i>Leptonotus blainvillanus</i>	1.4	2.5	2.8	0.6	2.0
Brachyura	51.8	53.4	72.2	55.6	52.6
<i>Platyxanthus orbigny</i>	19.7	22.7	30.6	21.4	21.2
Brachyura ni.	32.1	30.8	41.7	34.2	31.4
Gastropoda	0.2	0.8	2.8	0.1	0.5
<i>Nassarius gayii</i>	0.2	0.8	2.8	0.1	0.5
Bivalvia	17.5	11.1	22.2	16.6	14.3
Bivalvos ni.	17.5	11.1	22.2	16.6	14.3
Polychaeta	3.0	2.2	8.3	1.4	2.6
Poliquetos ni.	3.0	2.2	8.3	1.4	2.6

(%N= porcentaje numérico, %W= porcentaje gravimétrico, %FO= porcentaje frecuencia de ocurrencia, %IIR= porcentaje índice de importancia relativa; %PSIRI= porcentaje índice de importancia relativa presa específica, ni = no identificado).

La dieta de *Pseudobatos planiceps* “pez guitarra del pacifico” estuvo dominada por cangrejos braquiuros (%PSIRI=52.61), seguido de peces, moluscos bivalvos y poliquetos. *Engraulis ringens* y *Platyxanthus orbigny* fueron los ítems presa preferidos por la especie, presentando el mismo valor de %PSIRI= 21.2.

c) Cambios en la dieta por factores (Figura 4 - 14)

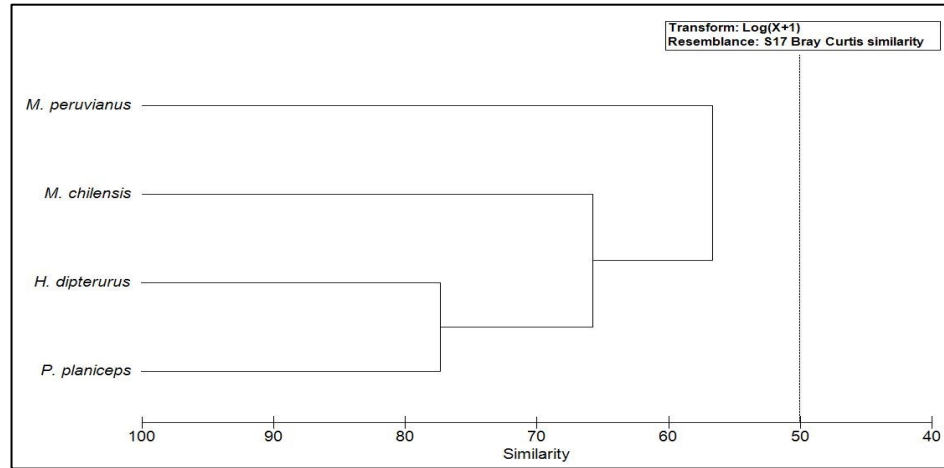


Figura 4. Análisis Cluster de agrupación de las especies de batoideos basado en el índice de similitud de Bray Curtis.

Al realizar un análisis de conglomerados, según la contribución de los ítems presa en la dieta de las especies en estudio, se pudo observar diferencias en su alimentación, se observa similitud hasta cerca de un 80% esto probablemente debido a la importancia de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* en la dieta de las cuatro especies; también se pudo apreciar una mayor asociación entre *Pseudobatos planiceps* e *Hypanus dipterurus* (77% de similitud), por otro lado, observamos a *Myliobatis peruvianus* con una menor similitud (57%) en comparación con las otras especies, debido probablemente al menor consumo de la “anchoveta peruana” en su dieta.

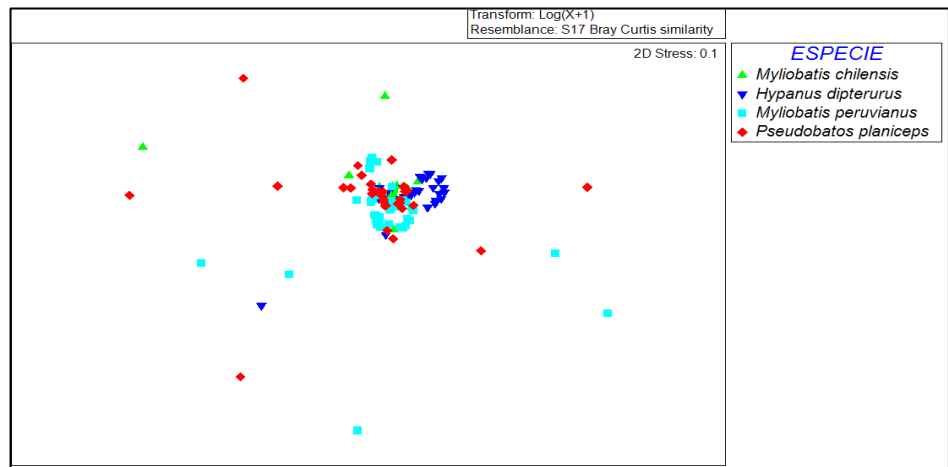


Figura 5. Representación gráfica del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) basado en la similitud de Bray Curtis.

Mediante el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), se puede apreciar que el espectro trófico de las especies presenta una asociación debido al consumo de anchoveta peruana.

A continuación, se muestra para cada especie batoidea los resultados del impacto en la dieta por factores (Especie, Sexos y Madurez Sexual) mediante gráficos en barras y un análisis nMDS, mostrando la composición de la dieta expresados en porcentajes según %PSIRI, (Figura 6 - 14).

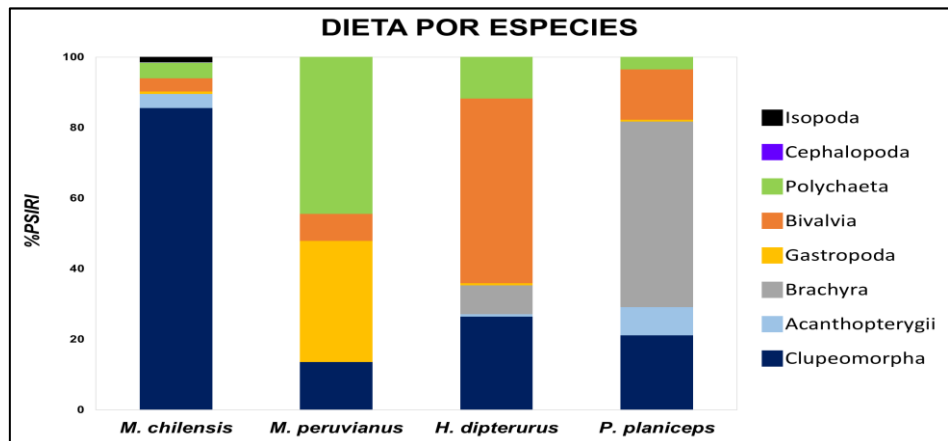


Figura 6. Índice de importancia relativa presa específica (%PSIRI) de la dieta, según especies batoideas. Pisco – Ica.

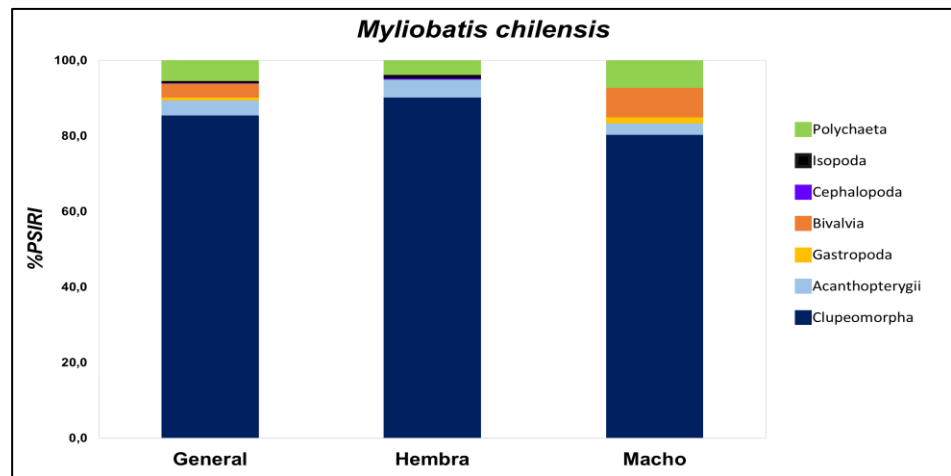


Figura 7. Índice de importancia relativa presa específica (%PSIRI) de la dieta de *Myliobatis chilensis*, Pisco - Ica.

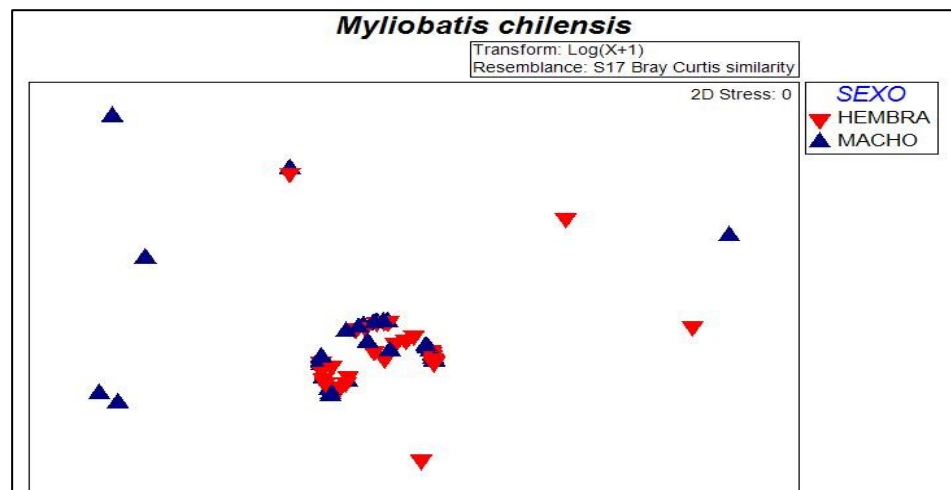


Figura 8. Representación gráfica (nMDS) de la dieta de *Myliobatis chilensis* según el factor Sexos (0: Hembras; 1: Machos).

El espectro trófico de *M. chilensis* presenta una similitud notable entre machos y hembras debido al elevado consumo del pez Clupeomorfo *Engraulis ringens*, ítem presa que presenta los mayores valores de %PSIRI en la dieta.

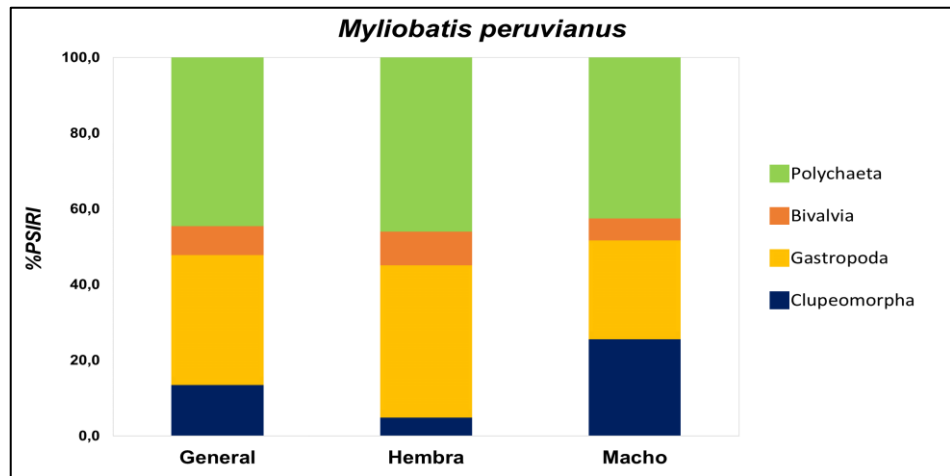


Figura 9. Índice de importancia relativa presa específica (%PSIRI) de la dieta de *Myliobatis peruvianus*.

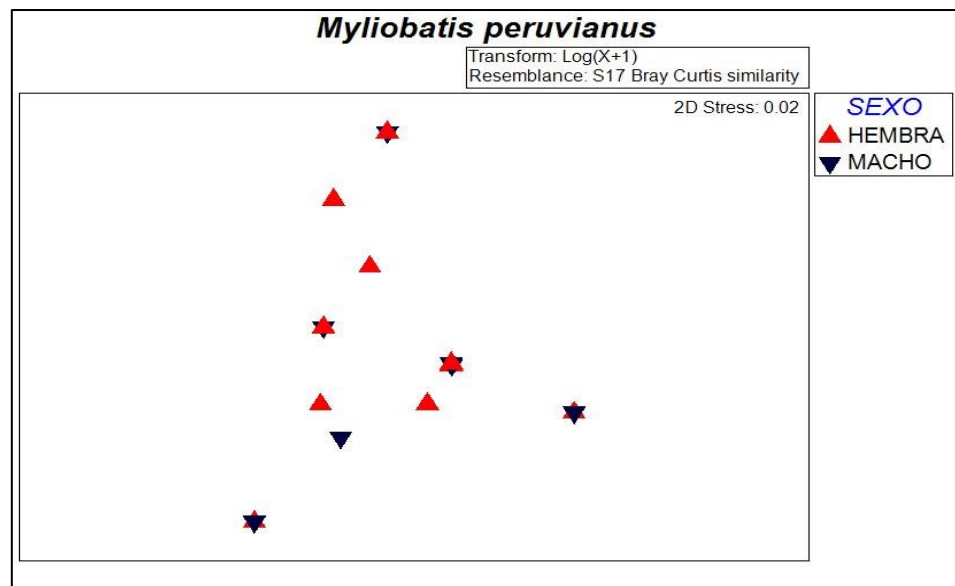


Figura 10. Representación gráfica (nMDS) de la dieta de *Myliobatis peruvianus* según el factor Sexos (0: Hembras; 1: Machos).

La dieta de *M. peruvianus* presenta similitud entre machos y hembras, se observa una repartición ligeramente equitativa de los ítems presa, representado por valores similares de %PSIRI.

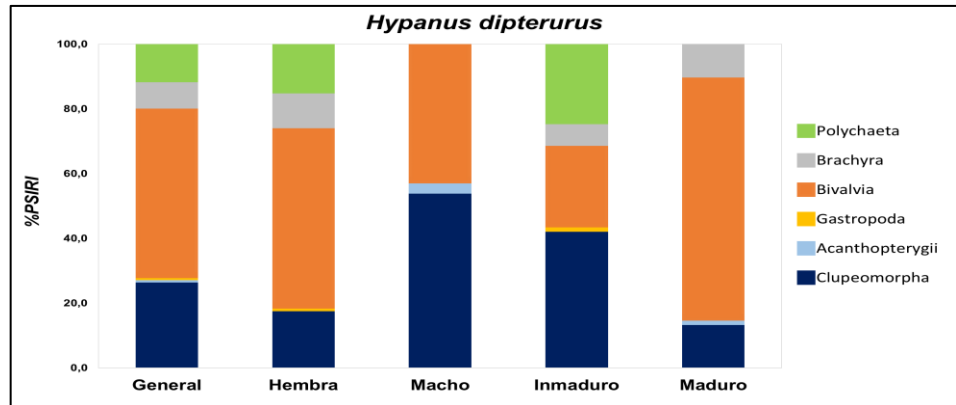


Figura 11. Índice de importancia relativa presa específica (%PSIRI) de la dieta de *Hypanus dipterurus*.

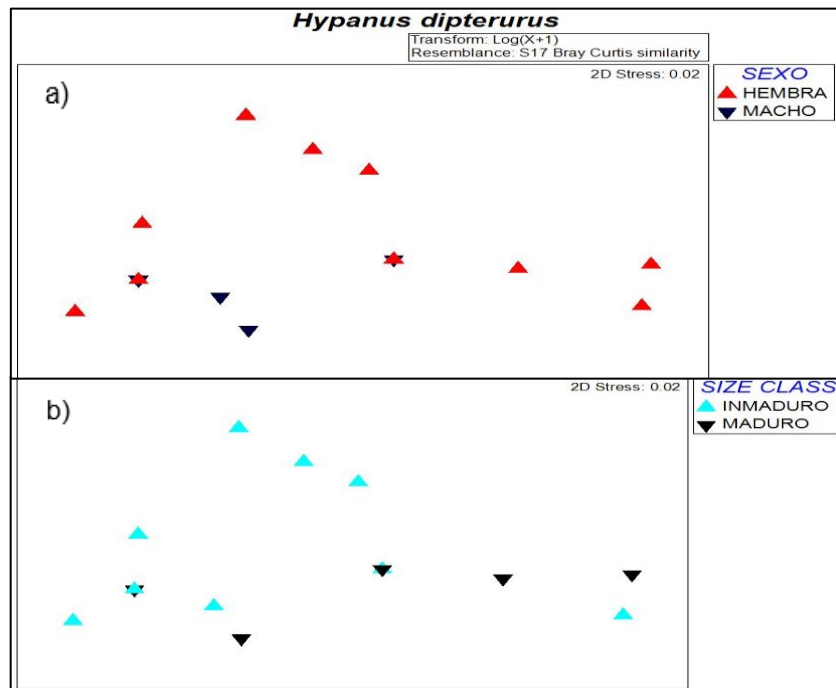


Figura 12. Representación gráfica (*nMDS*) de la dieta de *Hypanus dipterurus* según los factores: a) Madurez sexual Size class (SC1: inmaduros; SC2: maduros) y b) Sexos (0: Hembras; 1: Machos).

El espectro trófico de *H. dipterurus* estuvo dominado por Bivalvos y Clupeomorphos. Sin embargo, la dieta de individuos hembras e inmaduros registraron poliquetos en su composición; contrario a la dieta de individuos machos y maduros sexualmente. Presentando similitud baja en cuanto a factores de sexo y madurez sexual.

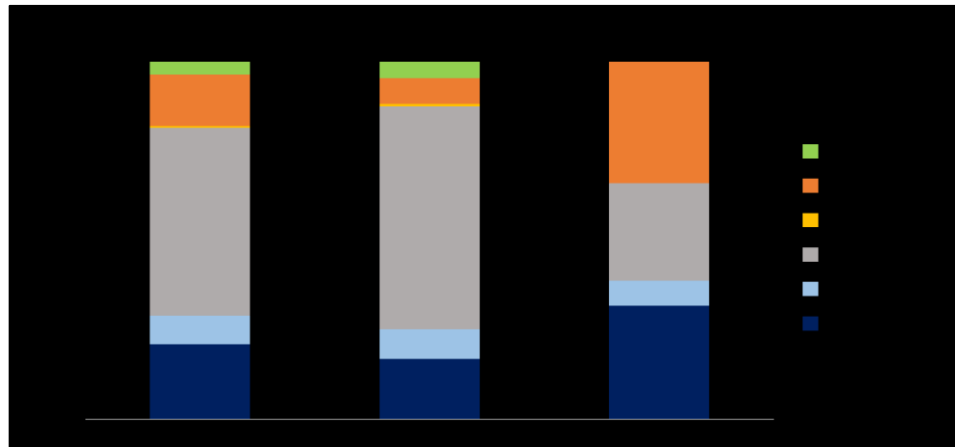


Figura 13. Índice de importancia relativa presa específica (%*PSIRI*) de la dieta de *Pseudobatos planiceps*.

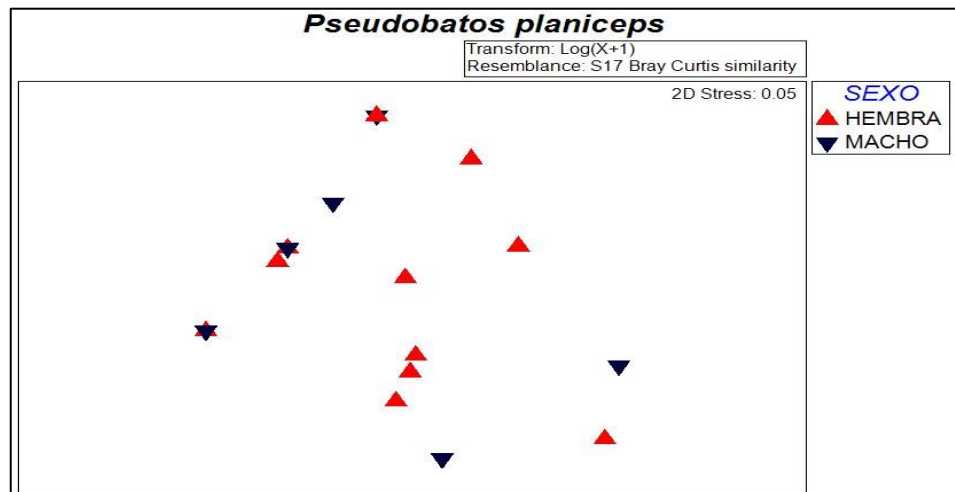


Figura 14. Representación gráfica (*nMDS*) de la dieta de *Pseudobatos planiceps* según el factor Sexos (0: Hembras; 1: Machos).

La dieta de *P. planiceps* presenta similitud media-baja entre machos y hembras, debido a que la dieta de los individuos machos presentó una repartición equitativa de los ítems presa, representado por valores similares de %*PSIRI*. Caso contrario, la dieta de individuos hembras presentó preferencia por cangrejos braquiuros y fueron los únicos en registrar poliquetos en su composición.

d) Amplitud trófica (Tabla 8)

Tabla 8. Valores del índice estandarizado de Levin's (B_i) indicando la amplitud del espectro trófico para *Myliobatis chilensis*, *Myliobatis peruvianus*, *Hypanus dipterurus* y *Pseudobatos planiceps*.

Especies	B_i				
	Sexo		Madurez sexual		General
	Macho	Hembra	Inmaduro	Maduro	Especie
<i>M.chilensis</i>	0.10	0.04	0.04	-	0.04
<i>M.peruvianus</i>	0.68	0.38	0.42	-	0.42
<i>H. dipterurus</i>	0.58	0.27	0.57	0.13	0.23
<i>P. planiceps</i>	0.60	0.36	-	0.35	0.35

Se aplicó el índice estandarizado de Levin's para conocer la amplitud de la dieta, de manera general, los batoideos en estudio presentaron comportamiento como un depredador especialista, siendo *M. chilensis* el depredador con mayor grado de especialización trófica con un valor de ($B_i= 0.04$), se evidenció una importante ingesta de la anchoveta peruana en su dieta (86.44%), seguido de *H. dipterurus* con un valor de ($B_i= 0.23$), debido al alto porcentaje de moluscos bivalvos en su dieta.

Al analizarlos por factores, se evidenció que *M. chilensis* presentó valores similares a los generales, para *P. planiceps* según el carácter sexual, los individuos machos se muestran como depredadores generalistas ($B_i= 0.60$), debido a que aprovecha de forma más moderada las presas presentes en su dieta, mientras que las hembras presentaron una dieta más especializada ($B_i= 0.36$), con base al mismo criterio, se observó que los individuos machos de *M. peruvianus*, también se mostraron como depredadores generalistas al obtener un valor ($B_i= 0.68$), mientras que las

hembras solo tuvieron un valor ($Bi=0.38$) siendo más especialista. Por otro lado, *H. dipterurus* según el factor de madurez sexual, evidenció que los individuos inmaduros tuvieron una amplitud de dieta media entre especialistas y generalistas ($Bi= 0.57$), respecto a los individuos maduros que tuvieron una dieta más especializada ($Bi= 0.13$), considerando el carácter sexual, se observó que los machos tuvieron una amplitud de dieta media entre especialistas y generalistas ($Bi= 0.58$) y las hembras una dieta más especializada ($Bi= 0.27$), como se muestra en la Tabla 8.

5.1.3. Determinación del traslape trófico de la dieta entre los Batoideos.

a) Traslape trófico (Tabla 9)

Tabla 9. Valores del índice de Pianka (*Ojobs*) entre especies, indica la medida en que la dieta de la especie A se superpone con la dieta de la especie B. Superposición biológicamente significativa de la dieta (> 0.6).

ESPECIES A	ESPECIES B			
	<i>M. chilensis</i>	<i>M. peruvianus</i>	<i>H. dipterurus</i>	<i>P. planiceps</i>
<i>M. chilensis</i>	-	0.30	0.51	0.50
<i>M. peruvianus</i>		-	0.81	0.30
<i>H. dipterurus</i>			-	0.54
<i>P. planiceps</i>				-

Los valores del índice de Pianka (*Ojobs*) indicaron un traslape medio entre la dieta de las especies *M. chilensis* - *H. dipterurus*, *M. chilensis* - *P. planiceps* y *H. dipterurus* - *P. planiceps*, lo cual interpreta que no existe competencia por el alimento, y se pensaría en una repartición del alimento entre estas especies; sin embargo, se evidenció un traslape bajo entre *M. chilensis* - *M. peruvianus* y *M. peruvianus* - *P. planiceps*, contrario a *M. peruvianus* - *H. dipterurus* donde el traslape fue alto.

b) Nivel trófico (Tabla 10)

Tabla 10. Nivel trófico (NT) de *Myliobatis chilensis*, *Myliobatis peruvianus*, *Hypanus dipterurus* y *Pseudobatos planiceps*.

Especies	NT				Especie
	Sexo		Madurez sexual		
	Macho	Hembra	Inmaduro	Maduro	
<i>M.chilensis</i>	4.45	4.59	4.53	-	4.53
<i>M.peruvianus</i>	4.02	3.89	3.94	-	3.94
<i>H. dipterurus</i>	3.99	3.58	3.93	3.47	3.68
<i>P. planiceps</i>	3.86	3.81	-	3.83	3.83

Para el caso de nivel trófico se determinó que *Hypanus dipterurus*, *Pseudobatos planiceps* y *Myliobatis peruvianus* presentaron un valor de posición trófica de 3.68, 3.83 y 3.94 respectivamente, lo cual indicó que estos batoideos se posicionan como depredadores secundarios dentro de la cadena trófica, lo que significó que se alimentan principalmente de consumidores primarios y en menor proporción de consumidores secundarios. Por el contrario, *Myliobatis chilensis* alcanzó un valor de posición trófica de 4.53, lo cual indicó que la dieta de este depredador lo posiciona como un depredador terciario, esto significa que la “raya águila chilena” se alimenta principalmente de peces.

Al estudiar el nivel trófico por categorías (factores), se observó que solo existieron diferencias significativas para *Myliobatis peruvianus*, el nivel trófico de las hembras fue de 3.89 y los machos alcanzó un valor de 4.02 posicionándolos como depredadores topes al igual que *M. chilensis* tal como lo muestra la Tabla 10.

5.2. Discusión de resultados

Los estudios de alimentación permiten conocer aspectos de la conducta de las especies, papel en el ecosistema y su impacto en la depredación (103). Esta investigación constituye un estudio con información relevante y actualizada sobre la dieta de *Myliobatis chilensis*, *Myliobatis peruvianus*, *Hypanus dipterurus*, *Pseudobatos planiceps*.

Respecto al índice de vacuidad, el estudio mostró que la cantidad de estómagos con alimento (76.62%) fue mayor a la cantidad de estómagos vacíos. Hernández-Aguilar, 2008; Navarro-González, 2012; Manrique-Peralta y Mayaute-Falconi, 2017 mencionan que el nivel de llenado es mayor cuando se emplean artes de pesca pasivos tales como redes agalleras o redes de cerco (26,34,104). El principal arte de pesca en el presente estudio fue redes agalleras, esto justifica el elevado porcentaje de estómagos con alimento.

En relación a los tipos de presa presentes en la dieta de los batoideos, estas especies se consideran depredadoras de fauna bentónica y pelágica.

La dieta *Myliobatis chilensis* estuvo dominada por peces Clupeomorpha (%PSIRI = 86.4), siendo la presa más representativa dentro de su dieta *Engraulis ringens* (%IIR = 86.6) durante los meses de invierno. Resultados similares obtuvieron Manrique & Mayaute (2017) donde *E. ringens* fue el principal ítem presa (%IIR = 86.6) durante la temporada de primavera (Post. Fenómeno del Niño), en Pisco-Ica (26). Contrario a lo reportado por Segura-Cobeña (2017) en Lambayeque, quienes indicaron que existe variación temporal en la dieta de *M. chilensis*, dominada mayoritariamente por

crustáceos (i.e. *Cancer portieri*) (%IIRI = 70.4) durante el invierno y por Gasterópodos (%IIRI = 38.1) en primavera (39).

Al evaluar la dieta por sexos, la composición del espectro trófico de *M. chilensis* mostró una ligera diferencia entre machos y hembras, siendo los machos con mayor riqueza en su dieta, sin embargo, esto no fue significativo, ya que para ambas especies el ítem presa preferido fue la anchoveta; los individuos de *M. chilensis* fueron en su totalidad inmaduros, siendo una limitante dentro de esta investigación.

Myliobatis peruvianus presento una dieta constituida principalmente por poliquetos y gasterópodos (%PSIRI= 52 y 24 respectivamente), similar a lo reportado en las costas de Cañete por Silva-Garay *et al.*(2018), quienes determinaron que los poliquetos fueron su principal presa (%PSIRI= 52); como segunda presa de mayor importancia registraron peces pequeños (%PSIRI=48) y de este grupo la anchoveta tuvo mayor relevancia (%PSIRI=14) (42), lo cual reafirma la importancia de los poliquetos en la dieta de *M. peruvianus*.

Sin embargo, en la costa norte del Perú, Coasaca-Céspedes *et al.* (2018) evidenciaron que la dieta de *M. peruvianus* se compone principalmente de gasterópodos, aunque tal estudio no realizó análisis cuantitativo debido a que el tamaño de su muestra no fue significativo ($n= 5$) (40).

La presencia de poliquetos en la dieta de batoideos ha sido reportada ampliamente en diversos estudios y se atribuye a que constituyen el colonizador infaunal más abundante de fondos blandos en la Costa Central del Perú (Tarazona *et al.*, 2014) (104), esto explica porque este recurso destacó

como principal presa en la dieta de *M. peruvianus*. Otro componente alimentario importante en la dieta fueron los gasterópodos, esta preferencia podría estar relacionada a una estrategia alimentaria especializada. Summers (2000), menciona que la dieta de los Miliobátidos es favorecida por un mecanismo de alimentación consistente en mandíbulas con placas dentales, utilizadas para aplastar presas de estructura sólida (105).

Algunos autores han descrito patrones de comportamiento de localización y extracción de presas de fondos bentónicos. Tal como indica Ajemian, M. J. (2011), quien registró excavaciones alimentarias de rayas del género *Myliobatis* a lo largo de la Costa Sur de California, Gregory *et al.* (1979) establecieron que las rayas emplean chorros hidráulicos, forzando el agua dentro del sedimento a través de sus hendiduras branquiales y de esta manera descubren los recursos infaunales (106,107). Estos comportamientos alimentarios, podrían explicar claramente la dominancia de presas bentónicas en la dieta de *M. peruvianus*.

La dieta de *Hypanus dipterurus* estuvo conformada principalmente por los Bivalvos y peces Clupeomorpha, siendo *Semimytilus algosus* (%PSIRI=52.4) principal ítem presa, seguido de *Engraulis ringens* (%PSIRI=27.3). Resultados similares presentaron (Manrique & Mayaute, 2017 y Silva-Garay *et al.* 2018) en la Costa Central de Perú, donde determinaron que la dieta de *H. dipterurus* fue dominada peces pelágicos y poliquetos (26,41).

En las Costas de México, Restrepo (2016) reporta que la presa más importante en la dieta de *H. dipterurus* fueron los bivalvos (23). Por el contrario, otros

autores (Simental, 2011; JA Navarro-González *et al.*, 2012; Jacobsen y Bennett, 2013) concluyeron que esta especie tiene una alta preferencia por gasterópodos, crustáceos estomatópodos y decápodos (21,32,33). Estos estudios, aunque realizados en otra zona geográfica, ratifican la importancia de las presas bentónicas en la dieta de *H. dipterurus* tal como se muestra en nuestro estudio.

La presencia de bivalvos en la dieta de *H. dipterurus* podría estar relacionada a la abundancia del recurso; Ramírez *et al.* (2003), indican que la clase Bivalvia ocupa el segundo lugar en biodiversidad de moluscos, formando una fracción importante de la epifauna en el mar peruano (108); Pastor *et al.* (2017) en sus investigaciones de comunidades bentónicas en ambientes intermareales y submareales de Islas Ballestas y Chincha, destacan la abundancia del bivalvo *Semimytilus algosus*, debido a la alta disponibilidad del recurso para los depredadores (109).

La bioperturbación del bento ha sido documentada para rayas de la familia Dasyatidae. Se ha encontrado especies que generan excavaciones alimentarias que van desde 30 cm (Howard *et al.* 1977) a 1 m (Ogden 1980) de profundidad, lo cual podría justificar la estrategia alimentaria de *H. dipterurus* (110,111).

La composición del espectro trófico de *Pseudobatos planiceps* refleja que los braquiuros decápodos (cangrejos) fueron el principal componente alimenticio (%PSIRI=52.6), resultados similares obtuvieron (Manrique y Mayaute, 2017 y Silva-Garay *et al.* 2018) en la Costa Central (26,41).

La preferencia de *P. planiceps* hacia crustáceos, puede atribuirse a la facilidad de esta raya para consumirlos, debido que habita en el fondo, la posición de la boca es completamente ventral y presenta un tipo de dentición especial adaptada para triturar presas de cuerpo duro (De la Rosa-Meza 2010) (112).

Al igual que *M. peruvianus*, la “raya guitarra” tuvo un patrón de similitud por sexos en la composición de su dieta; sin embargo, los resultados reflejan que las hembras se especializan más al consumo de organismos pertenecientes al bentos marino como es el caso de los bivalvos que representaron el mayor % de su dieta.

Las amplitudes de nicho trófico de las 4 especies muestran una tendencia a la explotación de un número limitado de presas, lo cual se justifica con estudios realizados a lo largo de la Costa Central y Norte del país (Torres, 1978; Castañeda, 1994; Manrique-Mayaute, 2017; Coasaca-Céspedes *et al.* 2018) donde los valores de amplitud reflejan alta especialización en los batoideos estudiados (26,37,38,40). Por otro lado, Silva-Garay *et al.* (2018) reportan que *Myliobatis chilensis* y *M. peruvianus* se muestran como depredadores generalistas, pero consideran que el tamaño de muestra podría ocultar la variabilidad de la dieta (41).

Este patrón de alta especialización alimentaria coincide con especies de raya del mismo género distribuidos en diferentes zonas geográficas, citado en varios estudios, (Mabragaña *et al.* 2005; Navia *et al.* 2007, Simental, 2011; Navarro-Gonzales *et al.* 2012; Restrepo, 2016; Curiel-Godoy 2017) (3,23,32,33,96,113)

Cortés (1999) sugiere que el tamaño corporal relativamente grande de los batoideos facilita la ampliación de su espectro de alimentación, aprovechando simultáneamente las comunidades pelágicas y bentónicas (114). Esto difiere con los valores obtenidos en la dieta de *Hypanus dipterurus*, debido a que los individuos inmaduros presentaron una amplitud de dieta media entre generalista y especialistas ($Bi= 0.57$), mientras que los individuos maduros sexualmente y por lo tanto con mayor tamaño corporal presentaron una estrategia alimentaria netamente especialista ($Bi= 0.13$) según el índice de Levin.

El traslape trófico de forma general entre las especies no fue significativo ya que los valores según el índice de Pianka fueron <0.6 , a excepción de *M. peruvianus-H. dipterurus* donde se evidenció traslape notable sobre el alimento, esta sobreposición se debe a los ítems presa similares que ambas especies presentan en su dieta; principalmente el pez *Engraulis ringens*, seguido de poliquetos y bivalvos.

Bizzarro et al. (2007) indican que las especies simpátricas que muestren características morfológicas similares generan mecanismos de repartición de los recursos existentes dentro del mismo hábitat, por lo que disminuye el traslape en el uso de los recursos alimenticios (11).

Muchos autores argumentan que la especialización hacia presas específicas produce una menor sobreposición trófica (Navia et al., 2007; Yang, 2007; Navarro-González, 2011; Flores-Ortega et al., 2011; O'Shea et al., 2013; Manrique & Mayaute, 2017) (26,33,115,116,117).

La dieta y la posición trófica son importantes para entender la interacción trófica de las especies y para el manejo de animales de importancia comercial (Fisk *et al.*, 2002) (118). Los valores de la posición trófica permiten describir a estas especies en el orden secundario de consumidores, debido a su actividad depredadora hacia especies bentónicas y pelágicas, se ha evidenciado resultados equivalentes en otros estudios para estas especies (Coasaca-Céspedes *et al.*, 2018; Manrique & Mayaute, 2017, Silva-Garay *et al.*, 2018) y otras especies de batoideos (Cortés, 1999; Moreno *et al.*, 2009; Valenzuela-Quñones, 2009), a excepción de *M. chilensis* que por el alto consumo de peces lo posiciona como consumidor terciario ($NT > 4$), justificado debido a que estas presas poseen mayores valores tróficos; esta conducta se ha documentado en el estudio de Manrique & Mayaute (2017) donde encontraron un valor general de $NT = 4.37$ para esta especie.

Treolar *et al.* (2007) describen que las especies que se alimentan principalmente de invertebrados presentan un $NT = 3.5$ y las especies que se alimentan de peces presentan un $NT > 4.0$ (119).

Ebert y Bizzarro (2007) indican que los batoideos con tallas menores a 100 cm tienen la tendencia a comportarse como consumidores secundarios mientras que rayas con tallas superiores a este valor se ubican como consumidores terciarios (11), en este estudio demostramos que el tamaño podría no influir, como es el caso de *M. chilensis* donde se analizaron solo individuos con tallas < 100 cm, sin embargo alcanzó la mayor posición trófica; al igual que *P. planiceps* donde se evaluó solo individuos con tallas > 100 cm y presentó

niveles tróficos intermedios, por otro lado Moreno *et al.* (2009) indicaron que el nivel trófico responde más a los hábitos alimentarios y a la disponibilidad de presas, que a la talla de los organismos (120), lo cual ratificamos con nuestros valores obtenidos.

CONCLUSIONES

1. Comprenden una dieta basada principalmente en el consumo de invertebrados y peces pequeños.
2. La mayor cantidad de estómagos llenos en relación a los vacíos, indican una gran disponibilidad de recursos alimenticios en la zona marino-costera de Pisco-Ica.
3. La dieta de *Myliobatis chilensis*, presentó como ítem presa preferida al pez clupeomorfo *Engraulis ringens*; *Myliobatis peruvianus* consumió principalmente poliquetos y moluscos gasterópodos; *Hypanus dipterurus* se alimentó de moluscos bivalvos como *Semimytilus algosus* y el pez clupeomorfo *Engraulis ringens*; mientras que *Pseudobatos planiceps* consumió principalmente crustáceos braquiuros y peces clupeomorfos.
4. La estrategia alimentaria de estos batoideos corresponde a una especialización de la dieta sobre tipos exclusivos de presas.
5. El nivel trófico obtenido para estas especies los posiciona como consumidores secundarios, con excepción de *M. chilensis* que se comportó como un consumidor terciario debido a la ingesta mayoritaria de peces.
6. Se evidencia un traslapo medio-bajo entre las especies con excepción de *M. peruvianus* y *H. dipterurus* quienes presentan un traslapo alto.
7. Se refleja cambios en los hábitos alimentarios entre especies y una ligera variación en la dieta en función a su sexo.

RECOMENDACIONES

1. Continuar las investigaciones sobre estas especies incluyendo aspectos de reproducción, variaciones temporales y espaciales, a fin de contribuir a su conocimiento manejo sostenible y conservación.
2. Realizar estudios similares con otras especies de batoideos presentes en los ecosistemas marinos de nuestra región, debido a su importancia biológica y vulnerabilidad de extinción.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Jacinto-Tayco M. E. Propuesta de un Sistema de Indicadores Ambientales y Socioeconómicos en la Zona Marino Costera de Pisco-Paracas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Ingeniera. Perú; 2014.
2. Gutiérrez, D., Echevin, V., Tam, J., Takahashi, K., y Bertrand, A. Impacto del cambio climático sobre el mar peruano: tendencias actuales y futuras. Instituto del Mar del Perú; 2014.
3. Curiel Godoy. Ecología Trófica de la “raya guitarra” *Pseudobatos productus* (Ayres,1854), en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas; 2017.
4. Musick J. A. Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals. American Fishery Society;1999.
5. Jaramillo-Londoño, A.M. Estudio de la biología trófica de cinco especies de peces bentónicos de la costa de Cullera. Relaciones con la acumulación de metales pesados. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente; 2009.
6. Nikolsky GV. The ecology of fishes. Academic Press, New York; 1963;352 pp.
7. Lagler KF, J Bardach, R Millar & D May Pasino. Ictiología. AGT, México.1984;489 pp.
8. Wooton RJ. Ecology of teleost fishes. Champman and Hall, New York. 1990;404 p

9. Gerking Shelby D. Feeding ecology of fish. Academic Press, San Diego.1994;415 pp.
10. Torres Bustos, E. A. Hábitos alimentarios y Ecología trófica de la “raya espinosa” *Urotrygon rogersi* en el pacífico Vallecaucano, Colombia. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia; 2008.
11. Bizzarro JJ, Robinson HJ, Rinewalt CS, Ebert DA. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off Central California, USA. Environ Biol Fish. 2007; 80:197–220
12. Cornejo, R., Velez-Zuazo, X., Gonzalez-Pestana, A., Kouri, C., & Mucientes. G. An updated checklist of Chondrichthyes from southeast Pacific off Peru. 2015;**11**, 6.
13. Gonzalez-Pestana, A., Kouri, J.C., & Velez-Zuazo, X. Shark fisheries in the Southeast Pacific: A 61-year analysis from Peru. F1000 Research. 2016a;**3**, 164.
14. Gonzalez-Pestana, A., Kouri, J.C., & Velez-Zuazo, X. Situación de los batoideos en el Perú: Lo que sabemos y lo que no sabemos. Libro de resúmenes. V Congreso de Ciencias del Mar del Perú, Lambayeque, Perú. 2016b.
15. Last, P., Naylor, G., Séret, B., White, W., de Carvalho, M., & Stehmann, M. (Eds.). Rays of the World. CSIRO publishing; 2016.
16. IUCN. IUCN Red List of Threatened Species; 2020. Available at: <http://www.iucnredlist.org>.

17. Barbini SA, LO Lucifora & NM Hozbor. Feeding ecology and habitat selectivity of the *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae) off north Argentina and Uruguay. *Marine Biology Research*. 2011;7: 365-377.
18. Bornatowski, H., Angelini, R., Coll, M., Barreto, R.R., & Amorim, A.F. Ecological role and historical trends of large pelagic predators in a subtropical marine ecosystem of the South Atlantic. *Reviews in Fish Biology Fisheries*. 2018;28(1), 241–259.
19. Payán, L. F., Navia, A. F., Rubio, E. A., & Mejía-Falla, P. A. Biología de la “raya guitarra” *Rhinobatos leucorhynchus* (Günther, 1867) (Rajiformes: Rhinobatidae) en el Pacífico colombiano. *Latin american journal of aquatic research*. 2011;39(2), 286-296.
20. López-García, J., Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A., & Rubio, E. A. Feeding habits and trophic ecology of *Dasyatis longa* (Elasmobranchii: Myliobatiformes): sexual, temporal and ontogenetic effects. *Journal of Fish Biolog*. 2012;80(5), 1563-1579.
21. Jacobsen, I. P., & Bennett, M. B. A comparative analysis of feeding and trophic level ecology in stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and electric rays (Rajiformes: Torpedinoidei). *PloS one*. 2013;8(8), 71348.
22. Do Carmo, W. P., Bornatowski, H., Oliveira, E. C., & Fávaro, L. L. Diet of the chola guitarfish, *Rhinobatos percellens* (Rhinobatidae), in the Paranaguá Estuarine complex. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2015;87(2), 721-731.

23. Restrepo. Aspectos Tróficos de la “Raya látigo” *Dasyatis dipterura* en la bahía de La Paz, BCS, México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas; 2016.
24. Valls, M., Quetglas, A., Ordines, F., & Moranta, J. Feeding ecology of demersal elasmobranchs from the shelf and slope off the Balearic Sea (Western Mediterranean). *Scientia Marina*. 2011;75(4), 633-639.
25. Coller, N. M. Biología, ecología y explotación de la “raya platana” *Atlantoraja platana* (Günther, 1880), (Chondrichthyes, rajidae), del golfo San Matías (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo); 2012.
26. Manrique, M.R., & Mayaute, L.F. Hábitos alimentarios de las rayas *Pseudobatos planiceps* (Garman, 1880), *Hypanus dipterurus* (Jordan & Gilbert, 1880) y *Myliobatis chilensis* (Philippi, 1892), en Pisco, Ica, Perú, 2016. Tesis de pregrado. Universidad Nacional —San Luis Gonzaga De Ica, Perú; 2017.
27. Vaudo, J. J., & Heithaus, M. R. Dietary niche overlap in a nearshore elasmobranch mesopredator community. *Marine Ecology Progress Series*. 2011;425, 247-260.
28. Do Carmo, W. P., Bornatowski, H., Oliveira, E. C., & Fávaro, L. L. Diet of the chola guitarfish, *Rhinobatos percellens* (Rhinobatidae), in the Paranaguá Estuarine complex. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2015;87(2), 721-731.
29. Heithaus, M. R., Frid, A., Vaudo, J. J., Worm, B., & Wirsing, A. J. Unraveling the ecological importance of elasmobranchs. In J. C. Carrier, J. A. Musick, M.

- R.Heithaus (Eds.), Sharks and their relatives II: Biodiversity, adaptive physiology, and conservation. Florida: CRC Press; 2010.
30. Polo-Silva y Grijalba-Bendeck. Espectro trófico de la “raya guitarra” *Rhinobatos percellens* (Walbaum, 1792) (Elasmobranchii: Rhinobatidae) en Santa Marta, Caribe, Colombia. *Mem. Soc. Cs. Nat. Salle*. 2018;169, 21-33.
31. Valenzuela-Quiñonez, F. Hábitos alimenticios del “pez guitarra” *Rhinobatos productus* en el alto Golfo de California. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México; 2009.
32. Simental M. R. Dieta de *Rhinoptera steindachneri* (Evermann y Jenkins, 1892) y *Dasyatis brevis* (Garman, 1879) en el alto golfo de california. México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento académico de Biología Marina; 2011.
33. Navarro-González, J. A., Bohórquez-Herrera, J., Navia, A. F., & Cruz-Escalona, V. H. Diet composition of batoids on the continental shelf off Nayarit and Sinaloa, Mexico. *Ciencias Marinas*. 2012;38(2).
34. Szczepanski, J. A., & Bengtson, D. A. Quantitative food habits of the bullnose ray, *Myliobatis freminvillii*, in Delaware Bay. *Environmental biology of fishes*. 2014;97(9), 981-997.
35. Lara-Mendoza, R. E., Márquez-Farías, J. F., & Román-Reyes, J. C. Feeding habits of the speckled guitarfish *Rhinobatos glaucostigma* (Elasmobranchii: Rhinobatidae). *Journal of fish biology*. 2015;87(2), 311-322.
36. Villón-Moreno y Aguilar-Hidalgo. Hábitos tróficos de la “raya guitarra” *Pseudobatos planiceps* (Garman, 1880) Elasmobranchii: Rhinobatidae

- arribados en las costas de Santa Elena-Santa Rosa, Ecuador. (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador; 2020.
37. Torres, A.O. 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; 1978.
38. Castañeda J. La Pesquería artesanal y biología pesquera de especies de importancia económica en la caleta de San José. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú; 1994.
39. Segura-Cobeña, E. Composición de la dieta de la “Raya Águila Chilena” *Myliobatis chilensis* (Philippi, 1892) en la caleta de San José, Lambayeque. (Bachelor thesis, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú); 2017.
40. Coasaca-Céspedes *et al.* Preliminary analysis of the feeding habits of batoids from the genera *Mobula* and *Myliobatis* in Northern Peru. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 2018;**53**(3), 367-374.
41. Silva-Garay, L., Pacheco, A. S., & Vélez-Zuazo, X. First assessment of the diet composition and Trophic position of an assemblage of poorly known chondrichthyans off the central coast of Peru. *Environmental Biology of Fish*. 2018;**101**(19), 1525–1536.
42. Elaine Espino Barr Álvaro González Vega Heriberto Santana Hernández Humberto González Vega. Manual de biología pesquera. Instituto Nacional de la pesca, Universidad autónoma de Nayarit, México; 2008
43. Saucedo-Lozano M. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869)

- (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis de Maestría. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima; 2000.
44. Mceachran, J. D. & Di Sciara, N. Peces Batoideos. Pp. 746-792 en: Fischer, W. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E & Niem, V. H. (Eds). Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro Oriental. FAO, Roma; 1995.
45. De la Rosa-Meza, K., Sosa-Nishizaki, O., Cueva-Salcedo H. Feeding habits of the speckled guitarfish *Rhinobatos glaucostigma* (Elasmobranchii, Batoidea) in the southeastern Gulf of California. Ciencias Marinas; 2013.
46. Robertson, D. R. y G. R. Allen. 2015. [actualizado a marzo del año 2007]. Página electrónica (www.stri.org/sftep).
47. Cartamil, D.P., Vaudo, J.J. Lowe, C.G., Wetherbee, B.M. y Holland, K. Diel movement patterns of the Hawaiian stingray, implications for ecological interactions between sympatric elasmobranch species. Marine Biology. 2003;142: 841-847.
48. Barbini, S.A. Hábitos alimentarios y selectividad de hábitat de la “guitarra chica”, *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae), en el ecosistema costero bonaerense y uruguayo. Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Mar de la Plata, Argentina; 2006.
49. Vaudo, J.J. y Lowe, C. Movement patterns of round stingrays (*Urobatis halleri*) near a thermal outfall. Journal of Fish Biology. 2006;68: 1756-1766
50. Navia, A.F. Hábitos alimentarios, relaciones tróficas y función ecológica de *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: batoidea) de la zona central del océano

- Pacífico colombiano. Tesis de Maestría. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 2009;116 p.35.
51. Woodland, R.J., Secor, D.H. y Wedge, M.E. Trophic resource overlap between small Elasmobranchs and Sympatric Teleosts in: Mid-Atlantic Bight Nearshore Habitats. Coastal and Estuarine Research Federation. 2011;34: 391–404.
 52. Robert K. Colwell, Douglas J. Futuyma On the Measurement of Niche Breadth and Overlap. First published: 01 July 1971.
 53. Brickle P, Laptikhovsky V, Pompert J, Bishop A. Ontogenetic changes in the feeding habits and dietary overlap between three abundant rajid species on the Falkland Islands shelf. J. Mar. Biol. Assoc. 2003; UK 83: 1119–1125.
 54. J. Matías Braccini A C and Jorge E. Perez B. Feeding habits of the sand skate *Psammobatis extenta* (Garman, 1913): sources of variation in dietary composition; 2005.
 55. Treloar M.A., Laurenson L.J.B., Stevens J.D. Dietary comparisons of six skate species (Rajidae) in south-eastern Australian Waters; 2007.
 56. Motta FS, Moura RL, Francini-Filho RB, Namora RC. Notas sobre a Biologia reprodutiva e alimentar de elasmobranquios no Parque Estadual Marinho Parcel Manoel Luís, Maranhão, Brasil. Pan-Am. J. Aquat. Sci. 2009; 4: 593–598.
 57. Schlussel V, Bennett MB, Collin SP. Diet and reproduction in the white-spotted eagle ray *Aetobatus narinari* from Queensland, Australia and the Penghu Islands, Taiwan. Mar. Freshwat. Res. 2010;61: 1278–1289.

58. Sommerville E, Platell ME, White WT, Jones AA, Potter IC. Partitioning of food resources by four abundant, co-occurring elasmobranch species: Relationships between diet and both body size and season. *Mar. Freshwat. Res.* 2011;62: 54–65.
59. Muto EY, Soares LSH, Goitein R. Food resource utilization of the skates *Rioraja agassizii* (Müller and Henle 1841) and *Psammobatis extenta* (Garman 1913) on the continental shelf off Ubatuba, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Biol.* 2001;61: 217–238.
60. Collins AB, Heupel MR, Hueter RE, Motta PJ. Hard prey specialists or opportunistic generalists? An examination of the diet of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*. *Mar. Freshwat. Res.* 2007;58: 135–144.
61. San Martin MJ, Braccini JM, Tamini LL, Chiaramonte GE, Perez JE. Temporal and sexual effects in the feeding ecology of the marbled sand skate *Psammobatis bergi* (Marini 1932). *Mar. Biol.* 2007;151: 505–513.
62. Ebert DA, Cowley PD. Diet, feeding behaviour and habitat utilisation of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. *Mar. Freshwat. Res.* 2013;54(8): 957–965.
63. Mceachran, J. D. & Aschliman, N. Phylogeny of Batoidea. Pp. 115-135 en: Carrier, J. C. Musick, J. A & Heithaus, M. R (eds.). *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, Boca Raton, Florida; 2004.
64. Sampson L, Galván-Magaña F, De Silva-Dávila R, Aguíñiga-García S, O’Sullivan JB. Diet and trophic position of the devil rays *Mobula thurstoni* and *Mobula japanica* as inferred from stable isotope analysis. *J. Mar. Biol. Assoc.* 2010.

65. Oliver, S. R. Elementos de Ecología. Hemisferio Sur. Argentina. 1971;174p.
66. Margalef, R. Ecología. Omega, S. A. Barcelona. 1980;951p.
67. Buschmann, A. & C. Astudillo. Pesca de Arrastre: Arrasando la vida marina. Rev. Oceana. Chile; 2004.
68. Begon, M., C. R. Townsend & J. L. Harper. Ecology, from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing. Australia.2006;738p.
69. Krebs, J. R. & N. B. Davies. Behavioural Ecology: an Evolutionary approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford; 1978
70. Odum, E. P. Fundamentos de Ecología. Interamericana. México. 1985;422p.
71. Álvarez del Villar, J., S. Álvarez & T. Álvarez-Castañeda. Diccionario de anatomía comparada de vertebrados. Instituto Politécnico Nacional. México. 2007;252p.
72. Krebs, C. J. Ecología, estudio de la distribución y abundancia. Harla. México. 1985;753p.
73. Hyslop, E. J. Stomach contents analysis a review of methods and their application. Journal of fish biology. 1980;17(4), 411-429.
74. Linde-Medina, M. Adaptaciones, exaptaciones y el estudio de la forma. Tesis de Doctorado. Universidad de las Islas Baleares. Palma; 2006.
75. Powers, J. E., & Monk, M. H. Current and future use of indicators for ecosystem based fisheries management. Marine Policy. 2010; 34(3), 723-727.
76. FAO. National fisheries sector overview: Peru; 2010.
77. Gonzalez-Pestana, A., Jeffrey C Mangel, Eliana Alfaro-Córdova et al. Diet, trophic interactions and possible ecological role of commercial sharks and batoids in northern Peruvian waters. J Fish Biol. 2021;98(3):768-783.

78. Díaz, P. L. Hábitos alimentarios y relación trófica de tres especies de rayas bentónicas (Batoidea: Urotrygonidae, Narcinidae) en el golfo de Tehuantepec. Tesis de Maestría. Posgrado en ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, México; 2015.
79. Chirichigno, N. y J. Velez. Clave para identificar los peces marinos del Perú. (Segunda edición). Publicación Especial. Inst. Mar Perú. 1998;500 pp.
80. Mejía-Falla, P. A., Navia, A. F. & Caicedo, J. Guía para la identificación de especies de tiburones y rayas comercializadas en el Pacífico colombiano. Squalus, Fundación Colombiana para la Investigación y Conservación de Tiburones y Rayas; 2011.
81. Valderrama-Herrera, M. Biología Reproductiva de *Myliobatis peruvianus* “Raya águila” (Garman, 1913) Proveniente del Puerto Salaverry, La Libertad, Perú. Tesis de grado. 2019.
82. Smith, W. D. Life history aspects and population dynamics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura* (Doctoral dissertation, San Francisco State University); 2005.
83. Smith, W. D., Cailliet, G. M., & Melendez, E. M. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. Marine and Freshwater Research, 2007;58(1), 54-66.
84. Chirichigno, N., & Cornejo, M. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Imarpe: Callao; 2001.
85. Brusca, R. C. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. University of Arizona Press, Tucson. 1980;513p.
86. Moscoso, V. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. 2012;27, (1-2), 207 p.

87. Alamo, V., & Valdivieso Milla, V. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú; 1997.
88. Guzmán, N., Saá, S., & Ortlieb, L. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23 S (Chile). Estudios Oceanológicos. 1998;17(1).
89. Salazar-Vallejo, S. I.; De León, J. A. y Salaices, H. Poliquetos (Annélida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California. La Paz, B.C.S.1998;212 p.
90. Rozbaczylo, N., Moreno, R. A., & Díaz-Díaz, O. Poliquetos bentónicos submareales de fondos blandos de la región de Aysén, 74 Chile: Clado Phyllodocida (Annelida, Polychaeta). Investigaciones marinas. 2005;33(1), 69-89.
91. Jiménez Campeán, A. Asentamiento y reclutamiento de poliquetos bentónicos en la plataforma continental frente a Callao desde verano a invierno de 2015. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú; 2016.
92. Cortes, E. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1997;54(3), 726-738.
93. Brown, S. C., Bizzarro, J. J., Cailliet, G. M., & Ebert, D. A. Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). Environmental Biology of Fishes. 2012;95(1), 3-20.

94. Krebs, C. J. Ecological methodology, 2nd edn. Benjamin Cummings press, Menlo Park, California; 1999.
95. Winemiller, K. O., & Pianka, E. R. Organization in natural assemblages of desert lizards and tropical fishes. Ecological Monographs. 1990;60(1), 27-55
96. Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A., & Giraldo, A. Feeding ecology of elasmobranch fishes in coastal waters of the Colombian Eastern Tropical Pacific. BMC ecology. 2007;7(1), 8.
97. Gotelli, N. J., & Entsminger, G. L. Swap and fill algorithms in null model analysis: rethinking the knight's tour. Oecologia. 2001;129(2), 281-291
98. Pauly D and Zeller D (Editors). Sea Around Us Concepts, Design and Data; 2016. (www.seaaroundus.org)
99. Froese, R. and D. Pauly. Editors. FishBase. World Wide Web electronic publication; 2017. www.fishbase.org
100. Clarke, K. R., & Gorley, R. N. PRIMER V6: user manual-tutorial. Plymouth Marine Laboratory; 2006.
101. McKenna, J. E. An enhanced cluster analysis program with bootstrap significance testing for ecological community analysis. Environmental Modelling & Software. 2003;18(3), 205-220.
102. Jeffrey C. Carrier, J. Musick, M. Heithaus. Biology of Sharks and Their Relatives. CRC Press, LLC Editor; 2012.
103. Hernández Aguilar, S.B. Espectro trófico del tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. Maestría en Manejo de Recursos Marinos Thesis, Instituto Politécnico

- Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S., México. 2008;79 h.
104. Tarazona J, Gutiérrez D, Paredes C, Indacochea. Overview and challenges of marine biodiversity research in Peru. *Gayana (Concepción)*. 2003; 67:206–231.
 105. Summers, A.P. Stiffening the stingray skeleton an investigation of durophagy in myliobatid stingrays (Chondrichthyes, Batoidea, Myliobatidae). *J. Morphol*; 2000.
 106. Ajemian MJ. Foraging ecology of large benthic mesopredators: effects of myliobatid rays on shellfish resources. University of South Alabama, Dissertation; 2011.
 107. Murray R. Gregory, Peter F. Ballanc. On How Some Rays (Elasmobranchia) Excavate Feeding Depressions by Jetting Water. *SEPM Journal of Sedimentary Research*. 1979; Vol. 49.
 108. Ramírez R., C. Paredes y J. Arenas. Moluscos del Perú. *Rev. Biol. Trop.* 2003;(Suppl. 3): 225-284.
 109. Pastor, R., Gonzáles, A., y Zavalaga F. Comunidades bentónicas de los ecosistemas de fondos blandos y duros en el intermareal y submareal somero. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre-octubre 2013. *Boletín Instituto del Mar del Perú*; 2017.
 110. Howard, J.D., Mayou, T.V., Heard, R.W. Biogenic sedimentary structures formed by rays. *J. Sediment. Petrol.* 1997;47, 339–346.
 111. Ogden, R.J. Faunal relationships in Caribbean seagrass beds. 173-198 pp. En: PHILLIPS, R.C. and McROY. C.P (eds). 1980 *Handbook of seagrass*

- biology: An ecosystem perspective. Garland Publishing. Inc. New York. U.S.A. 1980;353p.
112. De la Rosa-Meza K. Ecomorfología mandibular y dietas de batoideos en el Golfo de California. Ph.D. Thesis. Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada. BC México. 2010; pp 1–308.
113. Mabragaña, E., & Giberto, D. A. Feeding ecology and abundance of two sympatric skates, the shortfin sand skate *Psammobatis normani* McEachran, and the smallthorn sand skate *P. rudis* Günther (Chondrichthyes, Rajidae), in the southwest Atlantic. ICES Journal of Marine Science. 2007;64(5), 1017-1027.
114. Cortés, E. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. ICES Journal of marine Science. 1999;56(5), 707-717.
115. Yang, M.S. Food Habits and Diet Overlap of Seven Skate Species in the Aleutian Islands. [Revisión electrónica] NOAA Technical Memorandum. 2007;177: 1-46.
116. Flores Ortega, J.R., Godínez-Domínguez, E., Rojo-Vázquez, J.A., Corgos, A., Galván-Piña, V.H. y González-Sansón, G. Interacciones tróficas de las seis especies de peces más abundantes en la pesquería artesanal en dos bahías del Pacífico Central Mexicano. Revista de Biología Tropical. 2011;57(4): 383-397.
117. O’Shea, O.R., Thums, M., van Keunlen, M., Kempster, R.M. y Meekan, G. Dietary partitioning by five sympatric species of stingray (Dasyatidae) on coral reefs. Journal of Fish Biology. 2013;82: 1805-1820.

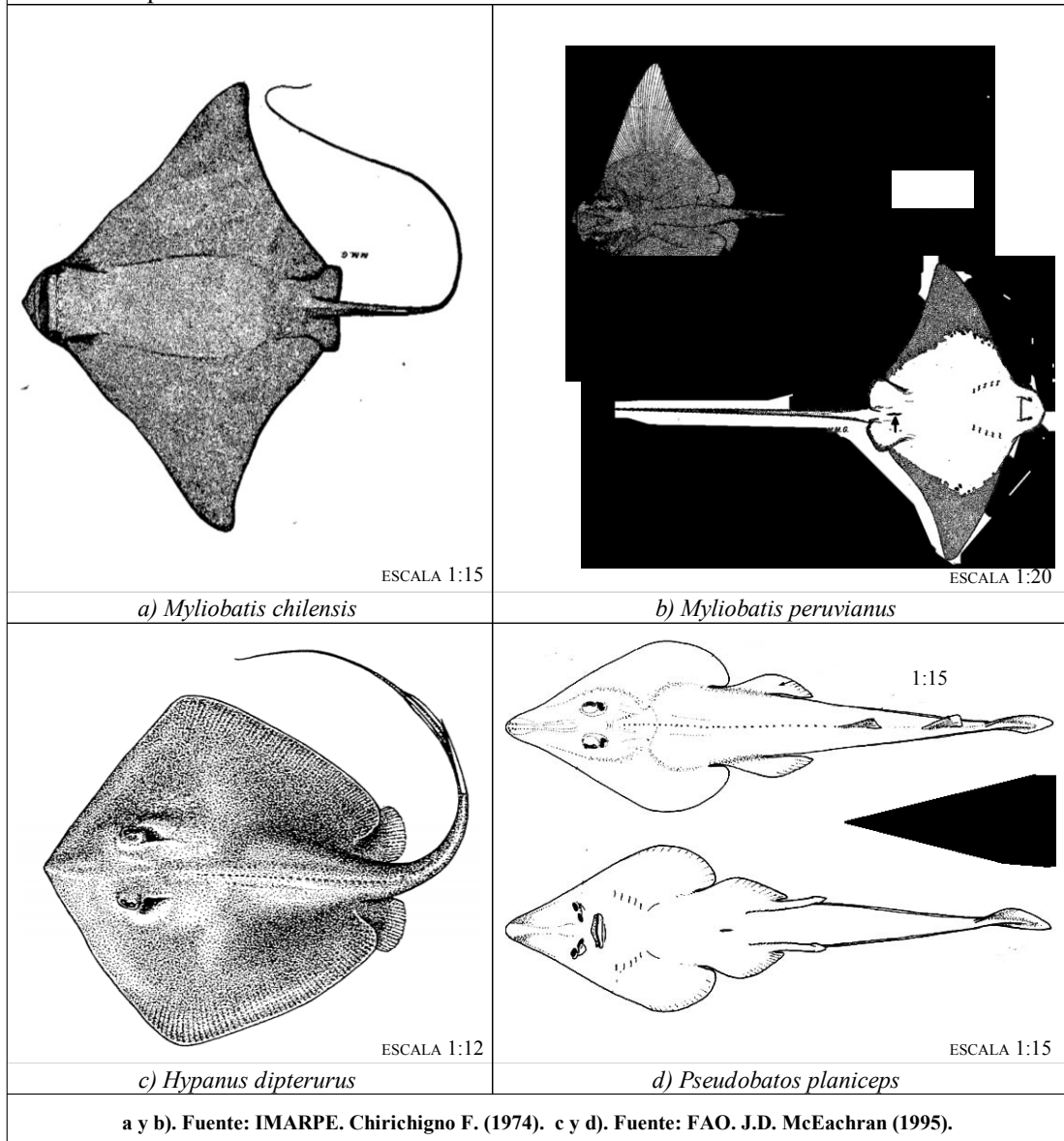
118. Fisk, A.T., Tittlemier, S.A., Pranschke, J.L., y Norstrom, R.J. Using anthropogenic contaminants and stable isotopes to assess the feeding ecology of Greenland sharks. *Ecology*. 2002;83(8): 2162-2172.
119. Treolar, M.A., Laurenson, L.J.B. y Stevens, J.D. Dietary comparisons of six skate species (Rajidae) in southeastern Australian waters. *Environmental Biology of Fishes*. 2007;80: 181-196.
120. Moreno, F., Acevedo, K., Grijalva-Bendek, M., Polo-Silva, C. y Acero, A. P. Espectro trófico de la “raya eléctrica” *Narcine bancroftii* (Griffith y Smith 1834) (Elasmobranchii, Narcinidae) en playa Salguero, Santa Marta, Caribe Colombiano. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 2009;4(4): 413-422.

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación Taxonómica de las especies estudiadas.

Superorden	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
Batoidea	Rhinobatiformes	Rhinobatidae	Pseudobatos	<i>Pseudobatos planiceps</i> (Philippi, 1893)	“Pez guitarra del Pacífico”
	Myliobatiformes	Dasyatidae	Hypanus	<i>Hypanus dipterurus</i> (Garman, 1913)	“Batana”, “Batea”, “Raya látigo”,
		Myliobatidae	Myliobatis	<i>Myliobatis chilensis</i> (Jordan & Gilbert, 1880)	“Raya águila chilena”, “chucho”.
				<i>Myliobatis peruvianus</i> (Garman, 1880)	“Raya águila peruana”, “chucho”.

Anexo 2. Especies de batoideos en estudio.



Anexo 3.

Formulario de campo, para la recolección de información.

Fecha de captura: _____ N° total de especímenes: _____ Formato N°: _____
 Fecha de desembarque: _____ Conservación de muestras: _____

N°	ESPECIE	LT	AD	SEXO	ZONA DE PESCA	ARTE DE PESCA
001						
002						
003						
004						
005						
006						
007						
008						
009						
010						
011						
012						
013						
014						
015						
016						
017						
018						
019						
020						
021						
022						
023						
024						
025						
026						
027						
028						
029						
030						
031						
032						
033						
034						
035						
036						
037						
038						
039						
040						

ESPECIE

MC: *Myliobatis chilensis*
 MP: *Myliobatis peruvianus*
 HD: *Hypanus dipterurus*
 PP: *Pseudobatos planiceps*

SEXO

0: Hembra
 1: Macho

Anexo 4.

Formulario de laboratorio, para procesamiento de muestras y recolección de información.

Fecha de captura: _____ N° total de especímenes: _____ Formato N°: _____
 Fecha de desembarque: _____ Conservación de muestras: _____

N°	ESPECIE	LT	AD	SIZE CLASS	SEXO	ÍTEMS PRESA											
						PESO ESTÓMAGO		1		2		3		4		5	
						Peso total	Peso vacío	N° indiv.	Peso	N° indiv.	Peso	N° indiv.	Peso	N° indiv.	Peso	N° indiv.	Peso
001																	
002																	
003																	
004																	
005																	
006																	
007																	
008																	
009																	
010																	
011																	
012																	
013																	
014																	
015																	
016																	
017																	
018																	
019																	
020																	
021																	
022																	
023																	
024																	
025																	
026																	
027																	
028																	
029																	
030																	
031																	
032																	
033																	
034																	
035																	
036																	
037																	
038																	
039																	
040																	

ESPECIE
 MC: *Myliobatis chilensis*
 MP: *Myliobatis peruvianus*
 HD: *Hypanus dipterurus*
 PP: *Pseudobatos planiceps*

SEXO
 0: Hembra
 1: Macho
SIZE CLASS
 1: Inmature
 2: Mature

ÍTEMS PRESA
 1: _____
 2: _____
 3: _____
 4: _____
 5: _____