



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y  
BIOLÓGICAS**

**CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE *Mobula mobular*  
(Bonnaterre, 1788), CAPTURADAS EN EL NORTE DE PERÚ  
DURANTE EL AÑO 2015”**

**Tesis para optar el Título Profesional de  
Biólogo Marino**

Presentado por:

**B. S. JAVIER JESÚS COASACA CÉSPEDES**

Asesor(a):

**Dra. Sonia Ruthy Valle Rubio**

**LIMA - PERÚ**

**2019**

*Aspiraciones y cambios  
renuevan nuestras vidas,  
mientras males pasajeros y  
permanentes aceleran el cadium  
de las mismas.*

*Aquí mueren las memorias del  
clan Kôsaka, y nacen las de un  
nombre nuevo que espero  
perdure en el espacio y tiempo.*



*La ciencia ningún  
otro pudo recibir invitación para  
ingresar por aquella puerta, los  
errores y la vesania acaecen, y estos  
están reservados sólo para ti... Non  
omnis moriar, ars longa vita brevis.  
¡A todos!... gracias.*

## AGRADECIMIENTOS

«**Lo importante es invisible ante los ojos**» Antoine de Saint-Exupéry (1943)

Esta memoria sirve de introducción a las desventuras del autor durante la realización de la tesis, así como la humanización del mismo, satanizado más de una vez de insensible, él aprovecha este espacio para expresar lo siguiente.



Sentirse grato es inevitable, el pensar que tuve relación con tantas personas que irradian bajo inteligencia propia, fortalece mi impetú y me encamina a mejorar.

Quisiera agradecer principalmente a los grandes amores de mi vida Rosario Céspedes y Daniella Razuri-Vásquez. A la genialidad de mis mentores Gilberto Ramos, José Céspedes y Bernardino Céspedes, quiénes son testimonio de la evolución y metamorfosis de mi carácter y juicio.

A mis padres en la ciencia... especialmente a la Dra. Sonia Valle, directora de la carrera de Biología Marina y de esta tesis, por el cariño y apoyo incondicional que me ha brindado. Por la suficiencia de sus actos y la parcialidad en mi desarrollo profesional. Usted, quién es sinónimo de esfuerzo y entrega en la conclusión de esta etapa académica de mi vida, jamás podré dejar de agradecerle, muchas gracias. A la Dra. Joanna Alfaro-Shigueto, directora de Pro Delphinus, por la oportunidad y confianza brindada, por relacionar las mantarrayas enteramente conmigo y por reclutarme en esta investigación que marcó un antes y después en mi vida. Al Blgo. Pedro Sánchez y Dr. Pepe Espinoza, por incentivar mi perpetuo desarrollo académico, por sus enseñanzas, críticas, amistad y ánimos.

A los jurados y revisores: Mg.(c) Keny Kanagusuku, Mg. Paul Baltazar y Dr. Héctor Aponte, que han contribuido en enriquecer esta investigación desde la objetividad académica que los caracteriza.

A Giuseppe Notarbartolo di Sciara y a Felipe Galván por ser mis objetivos a alcanzar y por enseñarme a distancia el don de la caridad y humildad.

A mi alma mater, la Universidad Científica del Sur por brindarme las instalaciones para el análisis (PA-208) y al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú) bajo el Contrato FINCyT Nro. 369-PNCP-PIBA-2014 por el financiamiento y beca.

Colegas que me han acompañado durante mi travesía en la biología: J. Arenas, L. Rodríguez, V. Moscoso, A. Indacochea, R. Retamozo, C. Nakazaki, D. Montes, J. C. Francia, A. Vicuña, J. Argüelles, M. Calle, E. López, F. Caldas, C. Aguilar, J. Del Pino, P. Gallegos, E. Alfaro, A. Jiménez, S. Pingo y J. Mangel. A los amigos que hice en mis viajes: B. Tomapasca, O. Carrillo, L. Beltrán, J. M. Fiestas, R. Galán, S. Loro, G. Vela, D. Sarmiento, C. Verhaegen, a sus tripulaciones y familias. Al Grupo de Procesamiento Biológico-Oceánico (OBPG, por sus siglas en inglés) de la NASA por permitir el libre uso de sus datos oceanográficos.

A mis asesorados y a Amira, quiénes en momentos de incertidumbre y exigüidad creativa, siempre me han robado una sonrisa.

Quiero decirles, que ninguno morirá hasta que su tinta se marchite junto a mi efímera naturaleza, hasta que el mundo anuncie mi fuga.

Finalmente, a aquellos que necesitan un recordatorio permanente de gratitud y ética en el campo científico: F. Córdova-Zavaleta, N. Acuña y E. Segura-Cobeña.

Al que este leyendo, jamás debes dejar de seguir sonriendo, se vive cada día.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>X</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>2</b>
2.1 EL MAR PERUANO .....	
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MOBÚLINOS .....	
2.2.1 <i>Morfología externa e identificación</i> .....	
2.2.2 <i>Mobula mobular y Mobula japanica</i> .....	3
2.2.3 <i>Aspectos biológicos</i> .....	5
2.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE MOBÚLINOS .....	6
2.4 LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL .....	7
2.5 ESTUDIOS DE HÁBITOS ALIMENTARIOS .....	8
2.6 OTROS HALLAZGOS EN CONTENIDOS ESTOMACALES .....	11
<b>III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	<b>12</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
3.3 HIPÓTESIS .....	
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	
4.2 TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM) .....	14
4.3 MÉTODO DE MUESTREO .....	
4.3.1 <i>Métodos de colecta biológica</i> .....	
a. <i>Obtención de datos biométricos</i> .....	15
b. <i>Obtención de datos del estómago y preservación del contenido</i> .....	16
4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL ....	17
4.4.1 <i>Repleción estomacal, tamizaje, peso húmedo y biovolumen</i> .....	
4.4.2 <i>Análisis de contenido estomacal</i> .....	18
a. <i>Grado de digestión</i> .....	
b. <i>Identificación de ítems presa y estimación de abundancia</i> .....	
4.5 ANÁLISIS DE DATOS .....	19
4.5.1 <i>Criterio de agrupación de tallas</i> .....	

4.5.2	<i>Curvas de acumulación de presas (Clench, 1979) y rarefacción (Sanders, 1968)</i> .....	
4.5.3	<i>Estimación de índices ecológicos</i> .....	21
4.5.4	<i>Análisis cuantitativo de datos del contenido estomacal</i> .....	
	a. <i>Análisis numérico (N%)</i> .....	
	b. <i>Análisis del peso de las presas (P%)</i> .....	22
	c. <i>Frecuencia de ocurrencia (FO) y ocurrencia porcentual (O%)</i> .....	
	d. <i>Índice de Importancia Relativa (Pinkas et al., 1971)</i> .....	23
4.5.5	<i>Análisis de la variabilidad estacional de la dieta</i> .....	
4.5.6	<i>Identificación del Nivel trófico (N<sub>T</sub>)</i> .....	24
4.5.7	<i>Amplitud de dieta, Levin (β<sub>i</sub>) (Krebs, 1989)</i> .....	25
4.6	<b>ANÁLISIS DE ÍTEMS AJENOS A LA DIETA</b> .....	
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>27</b>
5.1	<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL MUESTREO</b> .....	
5.1.1	<i>Análisis cualitativo</i> .....	28
	a. <i>Repleción estomacal</i> .....	
	b. <i>Grado de digestión</i> .....	30
	c. <i>Composición taxonómica de ítems presa</i> .....	31
5.1.2	<i>Análisis cuantitativo</i> .....	34
	a. <i>Abundancia de ítems presa</i> .....	
	b. <i>Curvas de acumulación de presas y rarefacción</i> .....	35
	c. <i>Descripción de la abundancia según índices ecológicos</i> .....	36
5.2	<b>TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN LA ZONA NORTE</b> ....	37
5.3	<b>ANÁLISIS DEL ESPECTRO TRÓFICO</b> .....	37
5.3.1	<i>Variabilidad temporal (estacional)</i> .....	
	a. <i>Estación de verano (03/01-24/03)</i> .....	
	b. <i>Estación de otoño (17/04 a 06/06)</i> .....	39
	c. <i>Estación de invierno (18/07 a 25/09)</i> .....	40
	d. <i>Estación de primavera (18/10 a 19/11)</i> .....	41
5.3.2	<i>Variabilidad según sexo</i> .....	43
5.3.3	<i>Variabilidad según talla</i> .....	45
5.3.4	<i>Análisis de la importancia de las presas en el espectro alimentario de M. mobular</i> .....	47
	a. <i>Importancia estacional de los ítems presa</i> .....	47
	b. <i>Importancia según sexo de los ítems presa</i> .....	48
	c. <i>Variación e importancia según talla de los ítems presa</i> .....	49
5.4	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS</b> .....	50
5.5	<b>NIVEL TRÓFICO Y AMPLITUD DE NICHOS TRÓFICOS</b> .....	52
5.6	<b>ÍTEMS NO CONSIDERADOS COMO PARTE DE LA DIETA</b> .....	54
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>57</b>

VII. CONCLUSIONES.....	68
VIII. RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXOS.....	LXXXV

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Posición de las aletas cefálicas y boca del género <i>Mobula</i> (McEachran & Notarbartolo-di-Sciara, 1995, p. 759).....	2
<b>Figura 2.</b> Fotografía de <i>Mobula mobular</i> (izquierda), vista dorsal y ventral (derecha) (BEDO, 2015; Shao, 2011).....	4
<b>Figura 3.</b> Mapa de los diferentes desembarcaderos pesqueros artesanales (DPA's) comprendidos en el Sector Norte costero de Perú. ....	13
<b>Figura 4.</b> Esbozos de <i>Mobula mobular</i> (izquierda) y <i>Mobula</i> sp. (derecha), vista dorsal de una hembra (Dando, 2009) y vista ventral de un macho. Donde AD= ancho de disco, LT= longitud total, A.P= aletas pectorales, A.V= aletas pélvicas y CL= cláspes. ....	15
<b>Figura 5. a)</b> Estómago (lado oscuro) y válvula espiral (lado claro). <b>b)</b> Porción anterior del estómago (esfínter esofágico interior). <b>c)</b> Rugosidades gástricas que finalizan en el esfínter pilórico. ....	16
<b>Figura 6.</b> Repleción (%) de los estómagos analizados por cada estación del año, incluyendo estómagos vacíos. 0 (vacío), I (1-25%), II (26-50%), III (51-75%) y IV (76-100%). ....	28
<b>Figura 7.</b> Repleción (%) de los estómagos analizados por sexo, incluyendo estómagos vacíos. 0 (vacío), I (1-25%), II (26-50%), III (51-75%) y IV (76-100%).....	
<b>Figura 8.</b> Repleción (%) de los estómagos analizados por talla, incluyendo estómagos vacíos. 0 (vacío), I (1-25%), II (26-50%), III (51-75%) y IV (76-100%).....	29
<b>Figura 9.</b> Grados de digestión de los estómagos colectados por cada estación. Siendo G.1 "Grado 1", G.2 "Grado 2" y G.3 "Grado 3".....	30
<b>Figura 10.</b> Grados de digestión de los estómagos colectados por sexo y talla. Siendo G.1 "Grado 1", G.2 "Grado 2" y G.3 "Grado 3".....	31
<b>Figura 11.</b> Ítems presa: <b>a.</b> Amphipoda, <b>b.</b> Appendicularia, <b>c.</b> Bivalvia, <b>d.</b> Calanoida, <b>e.</b> Copepoda, <b>f.</b> Cirripedia, <b>g.</b> Cyclopoida, <b>h.</b> Dendrobranchiata (cefalotórax aplastado), <b>i.</b> <i>Euphausia</i> sp., <b>j.</b> <i>E. mucronata</i> (espina del 3 <sup>er</sup> segmento abdominal), <b>k.</b> <i>N. simplex</i> (espina del pedúnculo), <b>l.</b> Gastropoda, <b>m.</b> Malacostraca., <b>n.</b> Ostracoda, <b>o.</b> Pisces (ova), <b>p.</b> Pleocyemata, <b>q.</b> Polychaeta, <b>r.</b> Stomatopoda. ....	33
<b>Figura 12.</b> Abundancia relativa, abundancia de cada presa contabilizada (oscuro) y su porcentaje (claro). Donde a) son las presas más abundantes, DE=Dendrobranchiata, NS= <i>N. simplex</i> , MA=Malacostraca, PL=Pleocyemata, EU= <i>Euphausia</i> sp., EM= <i>E. mucronata</i> , CA=Calanoida, CO=Copepoda. b) son las presas menos abundantes, PO=Polychaeta, AP=Appendicularia, OS=Ostracoda, ST=Stomatopoda, GA=Gastropoda, AM=Amphipoda, CI=Cirripedia, BI=Bivalvia, PI=Pisces y, CY=Cyclopoida. ....	34
<b>Figura 13.</b> Curva acumulada de presas ajustada al modelo de Clench. Donde los puntos azules son las observaciones y la línea roja es la riqueza de especies esperada.....	35
<b>Figura 14.</b> Curvas de rarefacción de ítems presa, donde la línea negra es la media de Riqueza (S) estimada (est), lo sombreado (límite inferior y superior) son los intervalos de confianza (IC) de la S(est) al 95%, media de Chao 1, media de ACE y, las líneas punteadas son la desviación estándar de cada índice. ....	36
<b>Figura 15.</b> Diagrama tridimensional de los índices (%) de número, peso y ocurrencia de las presas de la estación verano. Donde: AM=Amphipoda, CA=Calanoida, CI=Cirripedia, CO=Copepoda, CY=Cyclopoida, EM= <i>E. mucronata</i> , EU= <i>Euphausia</i> sp., MA=Malacostraca, PI=Pisces, PL=Pleocyemata, y ST=Stomatopoda.....	38

**Figura 16.** Diagrama tridimensional de los índices (%) de número, peso y ocurrencia de las presas de la estación otoño. Donde: AM=Amphipoda, AP=Appendicularia, BI=Bivalvia, CA=Calanoida, CO=Copepoda, DE=Dendrobranchiata, EM=*E. mucronata*, EU= *Euphausia* sp., GA= Gastropoda, MA=Malacostraca, NS=*N. simplex*, OS=Ostracoda, PI=Pisces, PL=Pleocyemata, PO=Polychaeta, y ST=Stomatopoda..... 39

**Figura 17.** Diagrama tridimensional de los índices (%) de número, peso y ocurrencia de las presas de la estación invierno. Donde: CA=Calanoida, CO=Copepoda, EM=*E. mucronata*, EU= *Euphausia* sp., PI=Pisces y, PL=Pleocyemata. .... 41

**Figura 18.** Diagrama tridimensional de los índices (%) de número, peso y ocurrencia de las presas de la estación primavera. Donde: AM=Amphipoda, BI=Bivalvia, CA=Calanoida, CI=Cirripedia, CO=Copepoda, CY=Cyclopoida, EM=*E. mucronata*, EU=*Euphausia* sp., GA=Gastropoda, PI=Pisces, PL=Pleocyemata, y ST=Stomatopoda. .... 42

**Figura 19.** Diagrama tridimensional de los índices (%) de número, peso y ocurrencia de las presas según el sexo de *M. mobular*. Donde: AM=Amphipoda, AP=Appendicularia, BI=Bivalvia, CA=Calanoida, CI=Cirripedia, CO=Copepoda, CY=Cyclopoida, DE=Dendrobranchiata, EM=*E. mucronata*, EU=*Euphausia* sp., GA=Gastropoda, MA=Malacostraca, NS=*N. simplex*, OS=Ostracoda, PI=Pisces, PL=Pleocyemata, PO=Polychaeta, y ST=Stomatopoda. .... 43

**Figura 20.** Diagrama tridimensional de los índices (%) de número (N%), peso (P%) y ocurrencia (O%) de las presas más representativas según tallas de *M. mobular*. Donde: CA=Calanoida, CO=Copepoda, DE=Dendrobranchiata, EM=*E. mucronata*, EU=*Euphausia* sp., MA=Malacostraca, NS=*N. simplex* y, PL=Pleocyemata. .... 45

**Figura 21.** Índice de importancia relativa (IIR%) de las presas según las estaciones del año 2015. .... 48

**Figura 22.** Índice de importancia relativa (IIR%) de hembras y machos capturados durante el año 2015. Donde: AM=Amphipoda, AP=Appendicularia, BI=Bivalvia, CA=Calanoida, CI=Cirripedia, CO=Copepoda, CY=Cyclopoida, DE=Dendrobranchiata, EM=*E. mucronata*, EU=*Euphausia* sp., GA=Gastropoda, MA=Malacostraca, NS=*N. simplex*, OS=Ostracoda, PI=Pisces, PL=Pleocyemata, PO=Polychaeta y, ST=Stomatopoda. .... 49

**Figura 23.** Índice de importancia relativa (IIR%) de móbulas pequeñas, medianas y grandes (para este estudio) capturadas durante el año 2015. Donde: AM=Amphipoda, AP=Appendicularia, BI=Bivalvia, CA=Calanoida, CI=Cirripedia, CO=Copepoda, CY=Cyclopoida, DE=Dendrobranchiata, EM=*E. mucronata*, EU=*Euphausia* sp., GA=Gastropoda, MA=Malacostraca, NS=*N. simplex*, OS=Ostracoda, PI=Pisces, PL=Pleocyemata, PO=Polychaeta y, ST=Stomatopoda..... 50

**Figura 24.** Basura marina hallada en el contenido estomacal: **1, 2, 5 y 8** son plásticos, **1** es un fragmento de una red de pescar (Nylon), **2** estropajo, **3** metal, **4** papel, **5** plástico no identificado, **6** madera, **7** pintura y, **8** banda adhesiva. .... 55

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1.** Coordenadas y fechas de captura de cada área de muestreo. .... 13

**Tabla 2.** Niveles tróficos (N<sub>T</sub>) de presas halladas en contenidos estomacales..... 25

**Tabla 3.** Número de estómagos colectados, biometría (AD en cm) y sexo de individuos capturados..... 27

**Tabla 4.** Clasificación por talla de los individuos de *M. mobular* según el AD. ....

**Tabla 5.** Número de categorías taxonómicas agrupadas en 11 ítems presa, donde la letra gris representa los ítems presa hallados en alto grado de digestión. .... 32

**Tabla 6.** Taxa totales (S) y agrupados (S=18) hallados por estación, sexo y tallas, número (n) y peso (g) de presas, índices de diversidad de Simpson (1-D) y, de Equidad (J'). .... 37

**Tabla 7.** Temperatura superficial del mar (TSM) promedio según las coordenadas marinas: Zona A (ZA) 79-82°W, Zona B (ZB) 82°01' - 83°W, respecto a las estaciones del año 2015.....

**Tabla 8.** Resumen del análisis de la dieta en verano, mediante métodos cuantitativos, índice numérico (N%), de peso (P%), ocurrencia (O%) y, de importancia relativa (IIR%). Los números en gris representan a valores menores a 0.01. .... 39

**Tabla 9.** Resumen del análisis de la dieta en otoño, mediante métodos cuantitativos, índice numérico (N%), de peso (P%), ocurrencia (O%) y, de importancia relativa (IIR%). Los números en gris representan a valores menores a 0.01. .... 40

**Tabla 10.** Resumen del análisis de la dieta en invierno, mediante métodos cuantitativos, índice numérico (N%), de peso (P%), ocurrencia (O%) y, de importancia relativa (IIR%). Los números en gris representan a valores menores a 0.01. .... 41

**Tabla 11.** Resumen del análisis de la dieta en primavera, mediante métodos cuantitativos, índice numérico (N%), de peso (P%), ocurrencia (O%) y, de importancia relativa (IIR%). Los números en gris representan a valores menores a 0.01. .... 42

**Tabla 12.** Resumen del análisis de la dieta por sexo, mediante métodos cuantitativos, índice numérico (N%), de peso (P%), ocurrencia (O%) y, de importancia relativa (IIR%). Los números en gris representan a valores menores a 0.01. .... 44

**Tabla 13.** Resumen del análisis de la dieta por tallas, mediante métodos cuantitativos, índice numérico (N%), de peso (P%), ocurrencia (O%) y, de importancia relativa (IIR%). Donde los números en gris representan a valores menores a 0.01. .... 46

**Tabla 14.** Valores significantes (números oscuros) de las variables abundancia, biomasa e IIR% de los ítems presa medidos entre los factores estación, sexo y talla. Donde: V=verano, O=otoño, I=invierno, P=primavera (estación); H=hembras, M=machos (sexo); P=pequeños, M=medianos y, G=grandes (Talla)..... 51

**Tabla 15.** Abundancia y biomasa de los ítems presa responsables en las diferencias de la dieta de *M. mobular* (contribución porcentual). Donde O=otoño, I=invierno, P=primavera, H=hembras, M=machos, P=pequeños, M=medianos, G=grandes; EU=*Euphausia* sp., EM=*E. mucronata*, CO=Copepoda, CA=Calanoida y, DPG=disimilaridad promedio general. Los números oscuros representan a los mayores valores porcentuales. .... 52

**Tabla 16.** Nivel trófico ( $N_T$ ) e índices de Levin y su estandarización ( $\beta_i$ ) según las estaciones respecto a la evaluación general del estudio, sexo y talla. Donde las letras oscuras son los mayores valores de los índices  $N_T$  y de Levin. .... 53

**Tabla 17.** Restos de macroalgas y parásitos hallados en contenidos estomacales. Donde AD es ancho de disco, H son hembras, M, son machos, N es el número y P el peso de fragmentos algales o individuos (parásitos). .... 54

**Tabla 18.** Información de individuos con basura marina en su interior. Donde N° es el número de estómago, AD es ancho de disco, H son hembras, M son machos. .... 55

**Tabla 19.** Características de los fragmentos o piezas de basura marina encontradas en contenidos estomacales..... 56

**Tabla 20.** Piezas, índices porcentuales de: ocurrencia (O%), número (N%), peso total, e índice porcentual de peso (P%) de la basura marina hallada en contenidos estomacales. .... 56

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo 1.** Esbozos de apoyo para identificación de *M. mobular*. .... 85

**Anexo 2.** Ficha de campo y laboratorio para el presente estudio. Donde la sección clara divide los datos generales colectados en campo, la oscura agrupa datos biológicos, A=alícuota y, las opciones Sí o No responden a la pregunta ¿Hubo regurgitación? ..... 85



## RESUMEN

### “Análisis del contenido estomacal de *Mobula mobular* (Bonnaterre, 1788), capturadas en el norte de Perú durante el año 2015”

El mar de Perú – fracción del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt – se caracteriza por albergar uno de los flujos energéticos más complejos del mundo. Su productividad primaria soporta grandes biomásas de necton y junto a otros factores posibilita la riqueza íctica en la zona norte, donde habitan especies que sus aspectos biológicos aún no han sido cubiertos. Se analizó 150 ejemplares (79 hembras y 71 machos) de *Mobula mobular* con tallas entre 67.6 a 245 cm de ancho de disco provenientes de la pesca artesanal del norte de Perú (Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad), durante el año 2015. Se cribó los contenidos estomacales e identificó las presas hasta la categoría taxonómica más baja posible. En 111 estómagos se contabilizó un total de 65 ítems presa pertenecientes al zooplancton, predominadas por copépodos y eufáusidos, que se agruparon en 18 ítems presa para facilitar su comparación. Se estimó el índice de importancia relativa (IIR%) para determinar las presas principales por cada estación (verano, otoño, invierno y primavera), sexo y talla de los ejemplares analizados. Las presas de mayor importancia en verano (91.91%), invierno (90.14%) y, otoño (62.23%) fueron los eufáusidos (mayoría *Euphausia mucronata*), a excepción de primavera en que los copépodos representaron el mayor IIR% (47.38). Respecto al sexo, ambos evidenciaron un IIR% similar de eufáusidos (62.05% hembras y 63.81% machos), sin embargo, el IIR% reflejó una importancia de copépodos (35.82%) superior en hembras. Las tallas más pequeñas prefirieron copépodos (84.77%) a diferencia de tallas medianas y grandes que consumieron más eufáusidos (68.94% y 64.05%). Asimismo, se empleó una prueba no paramétrica (NPMANOVA), usando la distancia de disimilaridad de Bray-Curtis, para describir matemáticamente diferencias en la dieta según abundancia y biomasa de presas, encontrando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Estacionalmente, las diferencias se hallaron entre la temporada menos abundante y diversa (invierno) con otoño/primavera, sexos y, entre tallas pequeñas con medianas/grandes. Según la prueba post-hoc (SIMPER) se determinó que los principales responsables en estas diferencias eran la abundancia ( $\bar{x}=49.45\%$ ) y biomasa ( $\bar{x}=65.43\%$ ) de eufáusidos y en menor medida copépodos ( $\bar{x}=47.28\%$  y  $\bar{x}=36.28\%$ , respectivamente), esta evidencia repercute directamente en los valores del IIR% y puede estar influenciada por la repleción estomacal y grado de digestión de las presas. Se halló un nivel trófico de un consumidor secundario ( $N_T=3.81$ ) con una dieta especializada según el índice estandarizado de Levin ( $\beta_i=0.30$ ). Adicionalmente, se clasificó los ítems ajenos a la dieta y se les relacionó con los posibles patrones de distribución del depredador, de este modo, el tipo de basura marina hallada en el 8.7% de estómagos fueron plásticos (79.35%). Se concluye que la dieta de *M. mobular* está conformada principalmente por la especie clave del mar peruano (*E. mucronata*) y por los representantes más abundantes del zooplancton. Asimismo, se sugiere emplear estudios de ecología trófica para cubrir vacíos informativos en especies poco estudiadas, ya que actúan como ventana de evaluación de la interacción trófica y la salud de nuestros ecosistemas marinos.

**Palabras clave:** Mantarrayas, zooplancton, dieta, ecología, contaminación

## ABSTRACT

### “Analysis of *Mobula mobular* (Bonnaterre, 1788) stomach contents captured in northern Peru, 2015”

The Peruvian sea – fraction of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem – is characterized by hosting one of the most complex energetic flows in the world. Its primary productivity supports large biomass of nekton and, together with other factors, it enables the richness of fish in the northern zone, where habit species that have not yet been covered in their biological aspects. It was analyzed 150 specimens (79 females and 71 males) of *Mobula mobular*, with sizes between 67.6 and 245 cm of disc width, from the artisanal fisheries of northern Peru (Tumbes, Piura, Lambayeque and La Libertad), during 2015. The stomach contents were sifted and the prey were identified to the lowest possible taxonomic category. In 111 stomachs a total of 65 prey items belonging to the zooplankton were counted, predominated by copepods and euphausiids, which were grouped in 18 prey items to facilitate their comparison. The importance relative index (%IRI) was estimated to determine the main prey for each season (summer, autumn, winter and spring), sex and size of the specimens analyzed. The most important prey in summer (91.91%), winter (90.14%) and autumn (62.23%) were the euphausiids (majority *Euphausia mucronata*), except for spring where copepods represented the highest %IRI (47.38). Regarding sex, both showed a similar %IRI of euphausiids (62.05% females and 63.81% males), however, the %IRI reflected an importance of copepods (35.82%) higher in females. Smaller sizes preferred copepods (84.77%) as opposed to medium and large sizes that consumed more euphausiids (68.94% and 64.05%). Likewise, a nonparametric test (NPMANOVA) was used, using the dissimilarity distance of Bray-Curtis, to describe the mathematical differences in the diet and the biomass of prey, finding significant differences ( $p < 0.05$ ). Seasonally, the differences are between the less abundant and diverse season (winter) with autumn / spring, sex, and between small and medium-large sizes. According to the post-hoc test (SIMPER) it was determined that the main responsible for these differences were the abundance ( $\bar{x}=49.45\%$ ) and biomass ( $\bar{x}=65.43\%$ ) of euphausiids and, to lesser extent, copepods ( $\bar{x}=47.28\%$  and  $\bar{x}=36.28\%$ , respectively). This evidence directly affects the values of the %IRI and may be influenced by the stomach repletion and degree of digestion of prey items. The trophic level found was of a secondary consumer ( $N_T=3.81$ ) with a specialized diet according to the Levin standardized index ( $\beta_i=0.30$ ). Additionally, items outside the diet were classified and related to possible patterns of predator distribution, thus, the type of marine litter found in 8.7% of stomachs were plastics (79.35%). It is concluded that the diet of *M. mobular* consists mainly of the key species of the Peruvian sea (*E. mucronata*) and the most abundant representatives of zooplankton. Moreover, it is suggested to use trophic ecology studies to cover information gaps in species lesser studied, since they act as a window of evaluation of the trophic interaction and the health of our marine ecosystems.

**Keywords:** Devil rays, zooplankton, diet, ecology, pollution