

ECOLOGÍA APLICADA

Ecología Aplicada

ISSN: 1726-2216

ecolapl@lamolina.edu.pe

Universidad Nacional Agraria La Molina

Perú

Fernández, César

VARIACIÓN ESTACIONAL E INTERANUAL DE LA DIETA DE LA LISA, *Mugil cephalus Linnaeus*,

1758, FRENTE A CALLAO (12°S), en 2005 y 2013

Ecología Aplicada, vol. 13, núm. 2, julio-diciembre, 2014, pp. 211-223

Universidad Nacional Agraria La Molina

Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34132815016>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

VARIACIÓN ESTACIONAL E INTERANUAL DE LA DIETA DE LA LISA, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, FRENTE A CALLAO (12°S), en 2005 y 2013

SEASONAL AND INTERANNUAL VARIATION IN THE DIET OF THE STRIPED MULLET, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, FROM CALLAO (12°S), in 2005 and 2013

César Fernández¹

Resumen

Se presenta un aporte a la ecología trófica de la lisa, *Mugil cephalus*. Se consideraron 3 807 ejemplares de lisa capturados en la zona del Callao (12°S) durante 2005 y 2013, entre las 0 - 05 millas náuticas (mn). Los ejemplares se agruparon en juveniles y adultos. Se analizaron dos estómagos por talla y se pesó cada contenido. Luego se agruparon en seis tallas por rangos con medio centímetro de diferencia. Los contenidos estomacales se filtraron y se obtuvieron dos submuestras (fitoplancton y zooplancton). Los análisis se estandarizaron y transformaron de número a carbono. Se utilizaron factores de conversión de carbono (μg^{-1}) individuales de fitoplancton y zooplancton. Los resultados indicaron que la dieta estuvo conformada por diatomeas de afloramiento (pelágicas y bentónicas), dinoflagelados (cosmopolitas y termófilos), silicoflagelados, tintínidos, copépodos, eupauásidos, organismos ocasionales y restos orgánicos no identificados. El fitoplancton (99%) dominó en número y (46%) en carbono. La variación de la dieta respondió mejor a los cambios estacionales en relación con los interanuales y ontogénicamente las lisas juveniles y adultas no difirieron en sus presas planctónicas. Su plasticidad trófica es una de las adaptaciones que les han permitido vivir en ambientes antrópicos.

Palabras clave: *Mugil cephalus*, lisa, dieta, ecología trófica, carbono, Callao, Perú.

Abstract

A contribution to the trophic ecology of the striped mullet, *Mugil cephalus*, is described. The study considered 3 807 striped mullet specimens captured in the area of Callao (12°S) in 2005 and in 2013, from 0 to 05 nautical miles (nm). Samples were grouped into juveniles and adults. Two stomachs per size were analyzed and each of the contents were weighed. Then, they were grouped into six size ranges with half a centimeter apart. Stomach contents were filtered obtaining two subsamples (phytoplankton and zooplankton). Data were standardized and transformed from number to carbon. Individual carbon conversion factors (μg^{-1}) were used for phytoplankton and zooplankton. Results showed that the diet was composed of upwelling diatoms (pelagic and benthic), dinoflagellates (cosmopolitan and thermophilic), silicoflagellates, tintinnids, copepoda, euphausiacea, occasional organisms and unidentified organic remains. Phytoplankton (99%) dominated in number and (46%) carbon. Variation in the diet responded better to seasonal changes in relation to the interannual and ontogenically striped mullets juveniles and adults did not differ in their planktonic prey. Its trophic plasticity is one of the adaptations that have allowed them to live in anthropic environments.

Key words: *Mugil cephalus*, striped mullet, diet, trophic ecology, carbon, Callao, Peru.

Introducción.

La investigación enfoca la variabilidad estacional e interanual de *Mugil cephalus* en Callao (12°S) durante el período 2005-2013. El tema es importante porque permite actualizar los conocimientos de su ecología trófica, que sirven de información para uso académico y una importante aportación sobre su manejo, ya que presenta importantes desembarques en las pesquerías atesanales en la costa peruana; además de ser una buena fuente de proteína para el consumo humano directo.

Se sabe que, es una especie cosmopolita de hábitos bentopelágicos (Sánchez & Zimic, 1973), los primeros trabajos sobre su alimentación fueron descriptivos, como los de (Kesteven, 1941; Hildebrandt, 1946; Koepcke, 1955), quienes reportaron la presencia de fango y algas; mientras que Llanos (1974) la catalogó como especie omnívora e iliófaga. Otros determinaron presas zooplanctónicas (Hendricks, 1961; Thomson, 1964) con ingestión ocasional de copépodos, probablemente provenientes de algas. Por su parte,

González & Álvarez-Lajonchere (1978) la clasificaron como detritívora, que consume partículas inorgánicas, detrito orgánico y diatomeas, con variaciones de acuerdo con el área. Collins (1981) estudió los ítems alimenticios y presentó hasta cinco categorías: diatomeas, algas filamentosas, otras algas, detritus y partículas sedimentadas. A su vez, Franco & Bashirullah (1992) observaron que la principal característica que define el comportamiento alimenticio de los mugilídos es la facilidad para adaptarse y subsistir con alimentos de diverso origen, según las condiciones en el que desarrolle su ciclo vital. Un aporte interesante fue el de Verdiell *et al.*, (2007), quienes estudiaron mugilídos juveniles de tres especies, cuya dieta fue omnívora, tanto de origen animal como vegetal.

El presente estudio tiene como objetivos: (i) determinar la composición de la dieta, (ii) analizar la variación estacional, (iii) analizar la variación interanual y (iv) determinar la variación ontogénica de la dieta.

Materiales y métodos.

Área de estudio.

El área del Callao, está localizada entre los 12°00' - 12°30', situada en Lima; capital del Perú. Sostiene una intensa actividad antropogénica, principalmente el puerto; un muelle artesanal pesquero, además de la desembocadura de un colector; con aguas residuales domésticas y/o industriales.

La pesca de la lisa se realiza la flota artesanal con embarcaciones de poca capacidad de carga: botes y chalanas utilizando redes de cerco, cortina, chinchorro y otras artes de pesca. El zarpe es variable, pudiendo ser por la mañana o en la tarde (Tabla 1). El tiempo que transcurre hasta el arribo es todo un día, aunque también depende de la disponibilidad del recurso. El recurso obtenido es almacenado en cajas plásticas conservadas con hielo hasta su posterior comercialización en el terminal pesquero. La muestra biológica se adquirió durante el desembarque, tomando una muestra aleatoria de la pesca (juveniles y adultos).

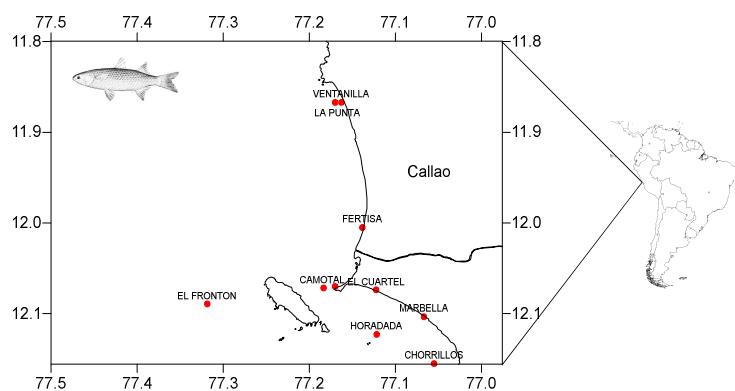


Figura 1. Áreas de muestreo.

El observador de campo de Imarpe entrevista al pescador, obteniendo información de la pesca: área, captura total (Kg), fauna acompañante, profundidad captura (bz), distancia costa (mn), arte de pesca. Las áreas de pesca donde se capturó este recurso fueron: Marbella, El Frontón, La Fertiza, Camotal, Horadada, Chorrillos, Base Naval, La Punta, Los Tanques, El Cuartel y Ventanilla (Figura 1).

Muestreo del recurso.

La muestra es llevada al Imarpe donde se lleva a cabo un muestreo biométrico y biológico, obteniendo dos estómagos por talla y preservándolos en alcohol al 10% hasta su posterior análisis en el laboratorio.

Colección de estómagos.

Se extrajeron 3 807 estómagos de lisa durante el período 2005 al 2013. La periodicidad de la colecta fue variable y depende principalmente del presupuesto así como la disponibilidad del recurso. El muestreo puede ser 1 o 2 veces por semana, totalizando al mes de 3 a 6 colectas; pudiendo comenzar a inicios de año (enero), durante el verano o más adelante hasta diciembre.

El seguimiento y evaluación de este recurso (Imarpe), agrupa los individuos de lisa en juveniles (menores de 37 cm) y adultos (mayores de 37 cm), tomando los 37 cm como patrón, criterio tomado del primer desove de esta especie y con el cual norma el Ministerio de Pesquería R.M. N° 209-2001-PE (Aprueban relación de tallas mínimas de captura y tolerancia máxima- 21 junio 2001). Sin embargo, últimos estudios del Laboratorio de Reproducción (no publicados), vienen elaborando una nueva escala de

Tabla 1. Captura de la muestra biológica, *Mugil cephalus* en el Callao.

Embarcaciones	Área de pesca	Capacidad de bodega (ton)	Arte de pesca	Zarpe	Arribo
Zapato	Marbella, el Frontón, La	<= 0.5	cortina, chinchorro, otros	06:00-08:00	13:00-17:00
Chalana	Fertiza, Camotal, Horadada,	0.6 – 1.5	cortina, chinchorro, cerco y otros	06:00-08:00	13:00-17:00
Bote	Chorrillos, Base Naval, La Punta, Los Tanques, El Cuartel y	1.6 – 5	cortina, cerco, chinchorro y otros	16:00-17:00	04:00-08:00
Lancha	Ventanilla.	> 5	cortina, cerco, otros	00:00	06:00
				19:00	22:00

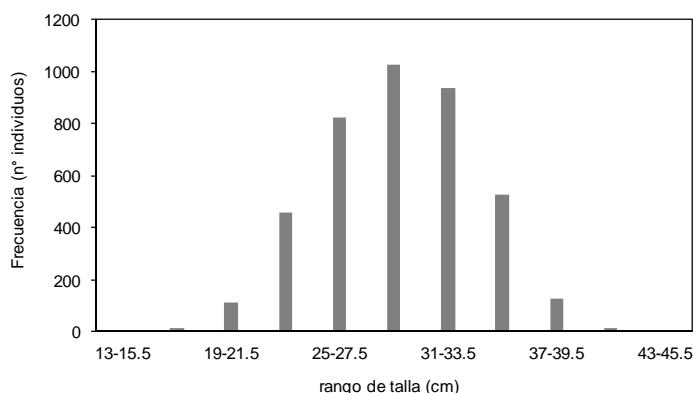


Figura 2. Distribución de frecuencias de las tallas de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

maduración, considerando 24 cm adultos. Por este motivo, en el presente manuscrito se prefirió no agrupar los rangos de talla en juveniles y adultos.

Procesamiento en el laboratorio

El contenido estomacal de cada individuo se pesó en una balanza analítica (marca Sartorius) con precisión 0,001 g; agrupándose por rangos de talla al medio cm: por ejemplo 13.0 a 15.5 cm reunió seis tallas: 13.0, 13.5, 14.0, 14.5, 15.0 y 15.5. Luego el contenido estomacal se filtró con tamices de 75 y 300 μ obteniéndose dos submuestras (fitoplancton y

zooplancton). Se analizaron los contenidos estomacales de lisas entre 13,0 y 45,0 cm de longitud total. La lectura del fitoplancton se realizó con un microscopio compuesto (modelo Nikon Eclipse E400). El análisis de la fracción zooplánctonica se realizó con un microscopio estereoscópico SMZ 800 Nikon. Para la determinación taxonómica se utilizaron los trabajos de Cupp (1943), Balech (1988), Steidinger & Tangen (1996), Schiller (1971) y Boltovskoy (1981). El análisis cuantitativo consistió en determinar la composición del contenido estomacal al menor taxón posible, con el método numérico de Berg (1979) e Hyslop (1980).

La información fue digitada y los datos numéricos se estandarizaron y fueron transformados a unidades de carbono. Para el fitoplancton, se aplicaron factores de conversión de contenido de carbono utilizando ecuaciones dadas en Menden-Deur y Lessard (2000) y Verity y Langdon (1984); por su parte el zooplancton se estimó a partir de literatura, Alexandrov (2001), Deibel (1986), James (1987), Van der Lingen (2002), Parsons *et al.*, (1984) y Sameoto (1971) y mediciones realizadas en Imarpe. Los resultados de la dieta se expresaron en términos de carbono, el cual presenta la contribución energética de

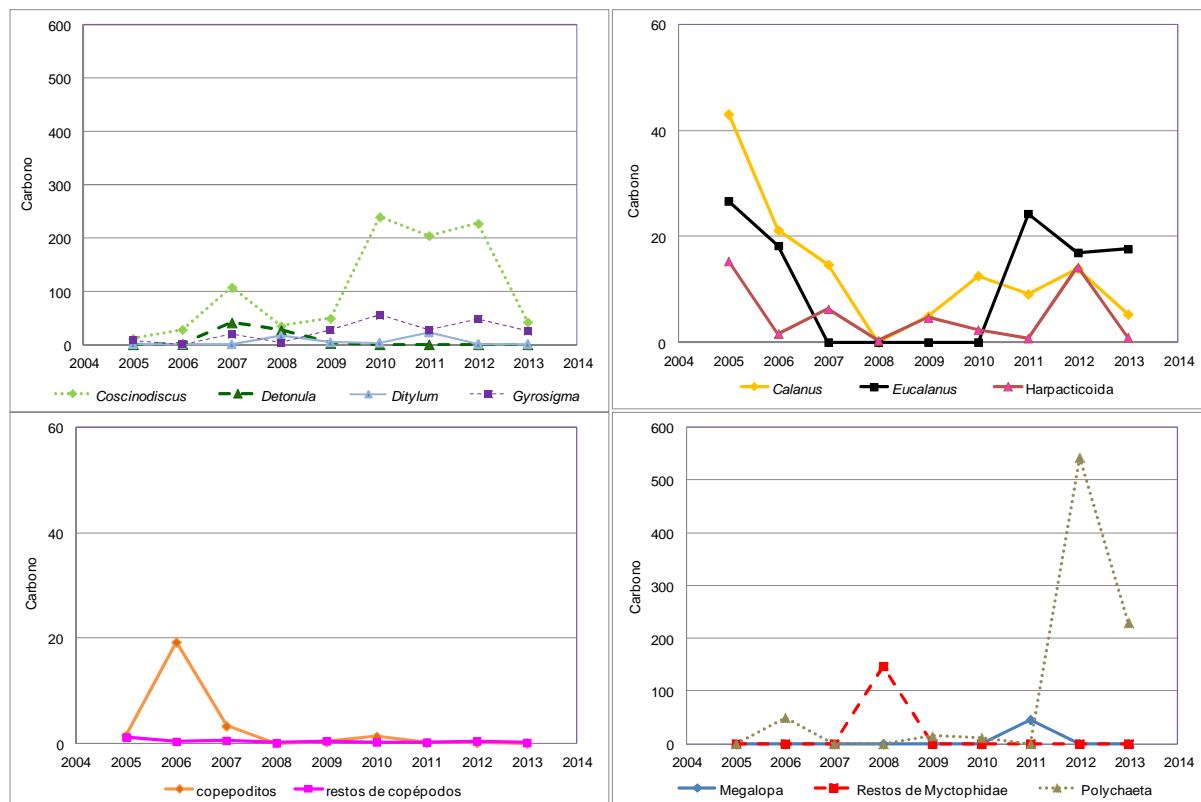


Figura 3. Variación del contenido de carbono ($\mu\text{g. ind}^{-1}$) de las principales presas de *M. cephalus* (2005-2013 de Callao).

Tabla 3. Prueba de Kruskall-Wallis del contenido de carbono entre estaciones del año en *Mugil cephalus*.

Grupos dietarios	Estación	N	Rango promedio	Chi cuadrado	p valor
Diatomeas pelágicas	Verano	90	291.13	36.041	0.000
	Otoño	186	348.92		
	Invierno	254	431.85		
	Primavera	213	354.96		
Diatomeas bentónicas	Verano	33	146.06	18.02	0.000
	Otoño	104	222.56		
	Invierno	161	213.39		
	Primavera	102	175.28		
Copépodos	Verano	53	236.25	16.54	0.001
	Otoño	110	193.24		
	Invierno	128	168.59		
	Primavera	100	212.79		

las presas en el pez.

Se obtuvieron los pesos promedio de contenido estomacal, agrupando los pesos individuales por rango de tallas. Cabe señalar que el contenido estomacal ocasionalmente trae arena, para ello se está considerando la mejor manera de separación pudiendo ser con tamices más finos (63μ), sedimentación, etc.

Análisis Estadísticos.

A los datos se les realizó pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov^a y Shapiro-Wilk) concluyendo que las variables estudiadas no tienen distribución normal, además se realizaron las pruebas de homogeneidad de varianza (Estadístico de Levene) determinando que las varianzas son diferentes.

El Escalamiento No métrico Multi-dimensional (NMDS) se usó para graficar biplots de fechas y grupos dietarios, a partir de matrices de pesos de contenido estomacal ordenados en objetos (años o meses) y dimensiones (grupos dietarios). Se utilizó el NMDS debido a que es la técnica recomendada para datos biológicos caracterizados por presentar relaciones no lineales entre las dimensiones (Borcard *et al.*, 2011).

Además se utilizó el Análisis de Componentes Principales (PCA) el cual analiza los coeficientes en las combinaciones lineales de las variables.

Los datos se transformaron mediante Log ($x+1$) debido a la alta variabilidad de los ítems planctónicos, antes de ejecutar los análisis NMDS y PCA con ayuda del programa Primer versión 6.

Se realizaron pruebas Kruskall Wallis, para verificar si existen diferencias en más de dos grupos, es una prueba no paramétrica (Theodorsson-Norheim, 1986), además se realizó la prueba de Comparaciones múltiples dándole un rigor estadístico a los análisis ya obtenidos. Se utilizó el programa R versión 3.1.1. y SPSS.

Resultados.

Composición de la dieta.

El mayor esfuerzo de muestreo estuvo concentrado en el rango de talla de 22.0 a 36.5 cm, representando el 94.0% del total de la muestra obtenida (Figura 2). La distribución de frecuencia de la dieta estuvo conformada por 25

Tabla 4. Prueba de comparaciones múltiples de Kruskall-Wallis del contenido de carbono entre estaciones del año en *Mugil cephalus*.

Grupos dietarios	Estación	Estadístico de Prueba	P valor
Diatomeas pelágicas	Ver - Inv	-140.713	0.000
	Otoñ - Inv	-82.93	0.000
	Primv - Inv	76.886	0.001
Diatomeas bentónicas	Ver - Inv	-67.328	0.014
	Ver - Otoñ	-76.497	0.005
	Primv - Otoñ	47.278	0.020
Copepodos	Inv - Primv	-44.196	0.020
	Inv - Vera	67.652	0.001

diatomeas pelágicas (29%), 10 diatomeas bentónicas (11%), 7 dinoflagelados cosmopolitas (8%), 2 dinoflagelados termófilos (2%), 2 silicoflagelados (2%), 6 tintíridos (7%), 16 copépodos (18%) y 19 organismos ocasionales (22%) como poliquetos, larvas de cirrípedos, huevos de anchoveta, eufaúsidos, zoeas, bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, *Semimytilus algosus* (Tabla 2).

Tabla 5. Variación interanual del contenido de carbono promedio ($\mu\text{g. ind}^{-1}$) de los grupos dietarios de *Mugil cephalus*.

AÑO	DIATOMEAS	DINOFLAGELADOS	SILICOFLAGELADOS	COPEPODOS	EUFÁUSIDOS	HUEVOS DE ANCHOVETA	OTRAS PRESAS
2005	2390.7	2422.0	130.1	14138.6	0.0	0.0	0.2
2006	4357.6	2619.4	199.1	13325.4	0.0	0.0	4618.8
2007	18164.8	2479.7	1195.0	5393.8	0.0	0.0	12.8
2008	13161.3	2166.2	82.3	217.3	0.0	0.0	33280.1
2009	14886.3	2668.4	83.2	3776.7	0.0	950.9	3012.5
2010	38548.5	2154.0	29.6	1954.1	18972.6	0.0	2462.6
2011	28111.9	676.5	33.6	2854.4	0.0	44.9	12227.2
2012	31697.2	23720.9	45.5	9425.2	181439.5	312.6	96795.4
2013	6411.3	289.0	102.5	3732.2	0.0	77.6	26279.3

Tabla 6. Prueba de Kruskall-Wallis del contenido de carbono entre años en *Mugil cephalus*.

Grupos dietarios	Año	N	Rango promedio	Chi cuadrado	p valor
Diatomeas pelágicas	2005	65	332.83	20.119	0.010
	2006	72	349.94		
	2007	86	389.76		
	2008	104	320.68		
	2009	74	396.27		
	2010	104	426.50		
	2011	80	399.13		
	2012	88	343.80		
	2013	70	383.30		
Diatomeas bentónicas	2005	37	186.81	14.457	0.071
	2006	33	199.92		
	2007	43	192.41		
	2008	52	161.66		
	2009	36	206.88		
	2010	56	228.70		
	2011	39	199.44		
	2012	66	227.31		
	2013	38	183.57		
Copépodos	2005	70	207.53	35.558	0.000
	2006	59	239.92		
	2007	69	194.05		
	2008	18	90.17		
	2009	27	235.76		
	2010	34	162.78		
	2011	28	213.73		
	2012	63	172.18		
	2013	23	183.00		

Del fitoplancton destacaron, *Coscinodiscus perforatus* ($104.794 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), *Detonula pumila* ($7.872 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), *Ditylum brightwellii* ($5.066 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), *Gyrosigma* sp. ($23.697 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), del zooplancton: *Calanus* sp. ($13.589 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), *Eucalanus* sp. ($11.531 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), *Harpacticoida* ($5.163 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), Copepoditos ($2.857 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), restos de copépodos ($0.378 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), megalopas ($5.105 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$) restos de myctophidae ($16.352 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$) y polichaeta ($94.422 \mu\text{g}/\text{ind}^{-1}$), (Figura 3).

Variación estacional.

La composición porcentual de la dieta presentó diferencias estacionales. Dominaron las diatomeas pelágicas (otoño, invierno y parte de primavera), otras presas (invierno y primavera) y dinoflagelados (verano); además de la presencia de eufaúidos (finales de primavera) y diatomeas bentónicas (otoño, invierno y primavera) (Figura 4).

El contenido de carbono de los grupos dietarios también presentó diferencias estacionales (Tablas 3 y 4).

Las diatomeas presas pelágicas presentaron diferencias significativas entre el invierno y las estaciones de verano ($p<0.01$), otoño ($p<0.01$) y primavera ($p<0.01$).

Las diatomeas presas bentónicas presentaron diferencias significativas entre el verano y las estaciones de invierno ($p<0.01$) y de otoño ($p<0.01$). También se encontraron diferencias significativas entre la primavera y el otoño ($p<0.01$).

Los copépodos presas presentaron diferencias entre el invierno y la primavera ($p<0.05$) y el verano ($p<0.01$).

Variación interanual.

Durante el periodo 2005 al 2013, la composición porcentual de la dieta de la lisa fue variable; destacaron las diatomeas pelágicas (2007 y del 2009-2011), los copépodos (2005-2006), otras presas (2008 y 2013) y eufaúidos (2012). El 2008 se diferenció con respecto a los otros años, debido a la importancia de los restos de myctophidae (56%) y en el 2012 destacaron los eufaúidos (59%) (Figura 5) (Tabla 5).

El contenido de carbono de los grupos dietarios también presentó diferencias interanuales (Tablas 6 y 7).

Las diatomeas presas pelágicas presentaron diferencias significativas entre los años 2008 y 2010 ($p<0.05$). Las diatomeas bentónicas no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$).

No se puede rechazar la H_0 nula, sin embargo no existe suficiente evidencia que afirme que la variación de las diatomeas presas bentónicas es igual por año.

Los copépodos presentaron diferencias significativas entre el año 2008 y los años 2005 ($p<0.01$), 2006 ($p<0.01$), 2007 ($p<0.01$), 2009 ($p<0.01$) y 2011 ($p<0.05$).

Variación ontogénica.

La composición porcentual de la dieta por rangos de talla no fue uniforme, las lisas juveniles y adultas se alimentaron indistintamente de diatomeas, copépodos y otras presas. Las de talla 13.0 a 15.5 cm consumieron principalmente diatomeas y las de 43.0 a 45.5 cm ingirieron dinoflagelados y copépodos; mientras que las de 19.0 a 39.5 cm tuvieron un amplio rango de presas (diatomeas, dinoflagelados, copépodos, eufaúidos, además de polichaeta, restos de myctophidae, larvas de pez, megalopas, bivalvia, gasterópoda; las de 16.0 a 18.5 cm consumieron principalmente restos de myctophidae y entre las de

Tabla 7. Prueba de comparaciones múltiples de Kruskall-Wallis del contenido de carbono entre años en *Mugil cephalus*.

Grupo dietario	Años	Estadístico de Prueba	P valor
Diatomeas pelágicas	2008 - 2010	-105.827	0.014

Tabla 8. Prueba de Kruskall-Wallis del contenido de carbono entre rangos de tallas en *Mugil cephalus*.

Grupos dietarios	Talla (cm)	N	Rango promedio	Chi cuadrado	p valor
Diatomeas pelágicas	13 - 21.5	34	347.96	7.895	0.246
	22 - 24.5	86	337.06		
	25 - 27.5	143	374.87		
	28 - 30.5	164	384.72		
	31 - 33.5	158	392.95		
	34 - 36.5	112	376.87		
Diatomeas bentónicas	37 - 42.5	46	317.01	6.76	0.344
	16 - 21.5	16	139.09		
	22 - 24.5	43	187.63		
	25 - 27.5	82	192.59		
	28 - 30.5	83	211.16		
	31 - 33.5	84	206.23		
Copépodos	34 - 36.5	63	205.44	4.132	0.659
	37 - 45.5	28	211.50		
	16 - 21.5	17	224.32		
	22 - 24.5	45	197.18		
	25 - 27.5	75	196.55		
	28 - 30.5	89	204.00		
	31 - 33.5	83	198.38		
	34 - 36.5	58	183.34		
	37 - 45.5	24	164.69		

31.0 a 42.5 cm destacaron los eufaúsidos (Figura 6) (Tabla 8).

El contenido de carbono entre rangos de tallas no presentó diferencias significativas ($p>0.05$), tanto en diatomeas pelágicas, diatomeas bentónicas y copépodos (Tabla 9).

El análisis de cluster (Figura 7) presentó tres grupos de tallas (a un nivel de similaridad de 20 %): el primer grupo, con las lisas de 13.0 a 18.5 cm, se alimentaron únicamente de *Coscinodiscus* sp.; el segundo grupo, con lisas de 19.0 a 42.5 cm, compartieron 12 ítems-presa (diatomeas, dinoflagelados, copépodos y polychaeta). Cabe señalar que un subgrupo de 19.0 a 39.5 coincidió en la ingesta

de 40 ítems-presa (diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados, tintínidos, copépodos, polychaeta y otros). Finalmente, el tercer grupo con lisas de 43.0 a 45.5 cm, consumieron el dinoflagelado *Protoperidinium* sp. y restos de copépodos.

Los pesos promedio de contenido estomacal por rangos de talla (16.0 a 39.5 cm LT) presentaron un patrón de mayor contenido estomacal a mayor rango de talla (Figura 8). En particular, desde el 2005 al 2013, los pesos no superaron 1 g, excepto en el 2009, en el que los individuos de 34.0 a 36.5 cm y 37.0 a 39.5 cm LT alcanzaron 1,07 y 1,38 g, respectivamente. Estos datos podrían ser más precisos si se usa una técnica que permita separar el alimento de la parte inorgánica.

El análisis NMDS presentó una distribución espacial por mes (Figura 9), con un stress de 0.07; donde el verano se segregó, mientras que finales del otoño se reunió con invierno y comienzos de primavera. Además se analizó la variabilidad por año (Figura 10), con un stress de 0.12; observando una tendencia con asociaciones: 2005-2006, 2007 con 2009-2011; mientras que 2008 y 2013 son independientes.

El análisis PCA enseñó la asociación de los rangos de talla con los grupos dietarios (Figura 11). El primer componente presentó 64% de variabilidad. El cuadrante de arriba hacia la izquierda agrupó diatomeas pelágicas, diatomeas bentónicas, dinoflagelados, silicoflagelados, tintínidos, copépodos y otras presas con los individuos de 19.0 a 30.5 cm; mientras que en el cuadrante de abajo solo se encontraron los huevos de anchoveta y eufaúsidos con los de 31.0 a 39.5 cm. Además segregados de derecha hacia abajo los de 13.0 a 15.5 con los de 43.0 a 45.5 cm.

Tabla 9. Contenido de carbono promedio ($\mu\text{g. ind}^{-1}$) de los grupos dietarios de *Mugil cephalus* por rangos de tallas.

TALLAS	DIATOMEAS	DINOFLAGELADOS	SILICOFLAGELADOS	COPEPODOS	EUFAÚSIDOS	HUEVOS DE ANCHOVETA	OTRAS PRESAS
13-15	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-18	117.0	11.2	9.5	56.3	0.0	0.0	9303.2
19-21	15661.1	1261.1	785.9	7081.9	0.0	0.0	13254.5
22-24	12039.2	3608.5	436.4	5507.4	0.0	0.0	17151.0
25-27	25732.2	2936.3	193.7	5996.1	0.0	48.1	7214.4
28-30	31151.8	4034.3	145.5	10305.1	0.0	396.6	20697.7
31-33	31936.3	2822.2	179.5	12732.9	23552.2	378.7	22341.5
34-36	34077.2	3094.0	106.6	7691.4	69566.4	367.1	29494.5
37-39	6862.5	21376.4	49.2	5358.6	65422.9	195.4	12392.5
40-42	131.2	37.8	0.0	66.6	41870.7	0.0	46834.2
43-45	157729.5	14.0	0.0	21.2	0.0	0.0	0.0

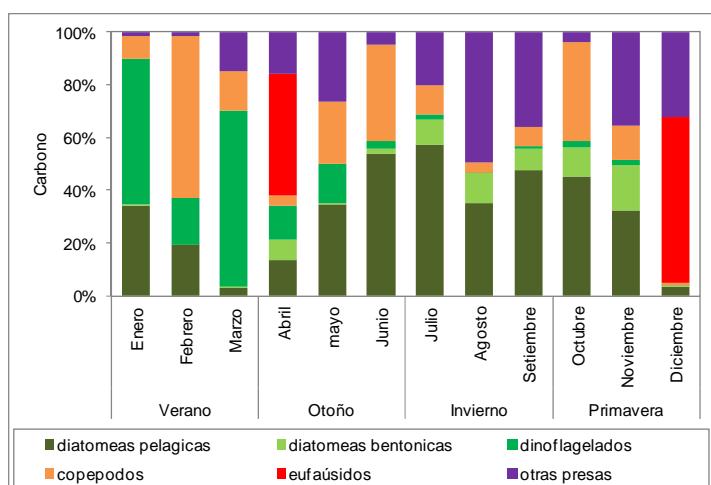


Figura 4. Variación estacional de la composición de la dieta (% carbono) de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

Discusión.

Composición de la dieta.

Se determinó que las diatomeas pelágicas dominaron, asociadas a las bentónicas; además de los copépodos calanoideos y eufaúsidos, resultados que contrastan con lo encontrado por Odum (1970), Wells (1984), Romer & McLachlan (1986), quienes observaron la fuerte afinidad de la lisa por presas bentónicas y en menor grado por las pelágicas (Romer & McLachlan, 1986; Drake & Gallego, 1984; Odum, 1968; Cardona, 1990); en tanto, la presencia de presas zooplanctónicas indicaría su carácter oportunista con una alta tasa de ingestión de presas abundantes y una baja eficiencia de asimilación (Odum 1970), permitiéndole sobrevivir con alimentos de

diverso origen y poco exigente en sus requerimientos nutricionales (Franco & Bashirullah 1992).

Variación estacional.

La variación estacional de la dieta, presentó diferencias en la ocurrencia de los grupos dietarios. Prácticamente en las cuatro estaciones destacaron las diatomeas y dinoflagelados en el contenido estomacal, decayendo en otoño y finales de primavera; sin embargo las mayores abundancias de fitoplancton en el mar se presentan entre la primavera y el otoño y menor cantidad en invierno (Ochoa *et al.*, 1986). Las diferencias temporales podrían deberse a una mayor electividad de fitoplancton por la lisa en el invierno.

Variación interanual.

La composición porcentual de la dieta

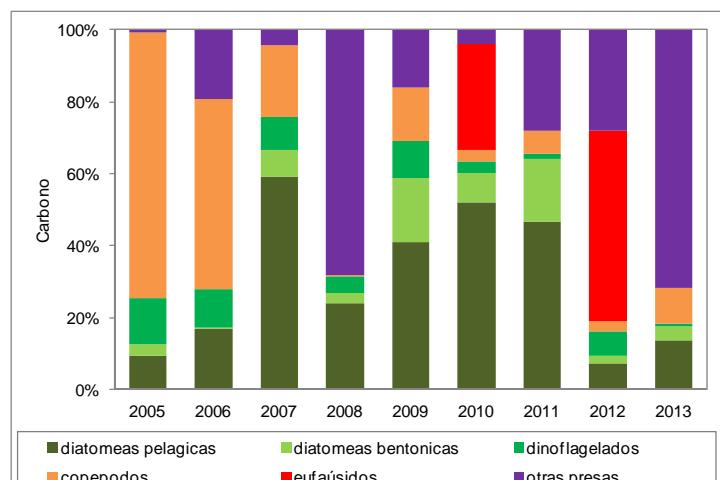


Figura 5. Variación interanual de la composición de la dieta (% carbono) de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

presentó más del 50% de fitoplancton en los años 2007, 2009, 2010 y 2011. Estos años coinciden con la presencia de eventos La Niña durante los años 2007, inicios del 2009 y 2010-11; favoreciendo los procesos de afloramiento costero en el Callao (IMARPE, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, ERFEN, 2013).

Las principales presas consumidas fueron *Coscinodiscus perforatus* y *Gyrosigma* sp. diatomeas que presentan altas biomassas en Callao; donde la primera fue abundante e indicadora de contaminación en esta área durante el 2006 al 2011 (IMARPE, 2011), luego *Ceratium* spp. es un dinoflagelado que comúnmente en esta área puede ocasionar mareas rojas. Del zooplancton consumió ocasionalmente copépodos calanoideos destacando *Calanus* sp., *Eucalanus* sp. y

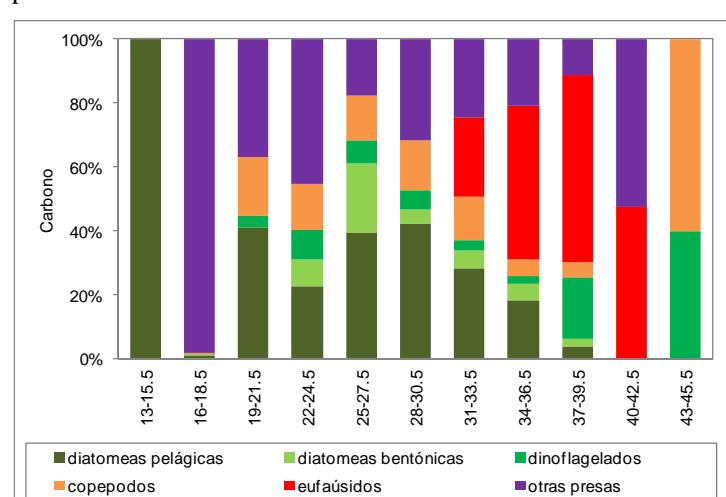


Figura 6. Variación ontogénica por rangos de tallas de la composición de la dieta (% carbono) de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

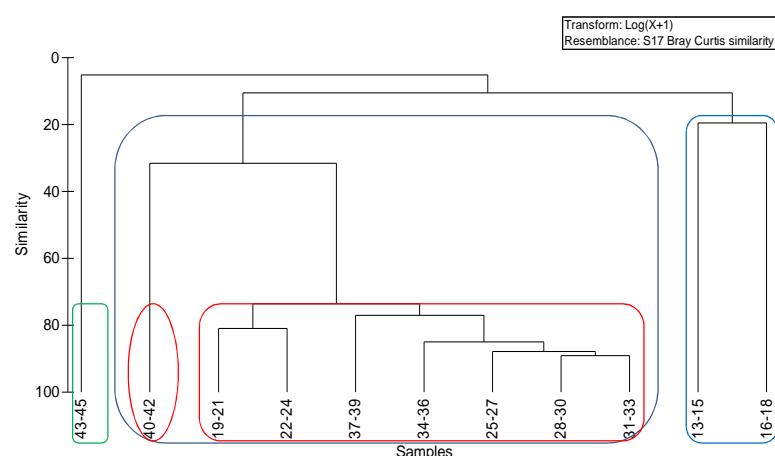


Figura 7. Análisis de cluster entre rangos de talla de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

Harpacoida; sin embargo, en el ambiente, *Acartia* sp., *Paracalanus* sp. y *Centropages* sp. alcanzaron los niveles de abundancia más altos, Quesquen & Ayón 2011 (no publicado). Respecto a esto, El-Marakby *et al.*, (2006) mencionan que la lisa no consume alimentos de forma aleatoria, selecciona y elige el alimento preferido.

Variación ontogénica.

Se ha observado que los juveniles y adultos de la lisa compartieron sus presas y no hicieron discriminación en cuanto a su alimentación fitoplanctónica y zooplanctónica, coincidiendo con lo observado en las aguas costeras del Océano Índico en África, donde la competencia interespecífica entre juveniles y adultos es probablemente impedida por el cambio rápido de carnívoros macrofagos planctónicos a bentónicos omnívoros

micrófagos y la entrada a los estuarios en diferentes momentos de acuerdo a los períodos de desove (Blaber *et al.*, 1997).

La plasticidad ecológica que presenta la lisa le brinda la capacidad de consumir una gran variedad de presas (Fernández-Delgado *et al.*, 2000; Cardona, 2001), debido a adaptaciones en el aparato bucal y digestivo; disminución de la dentición, engrosamiento de las paredes musculares del estómago y el alargamiento del intestino (Drake *et al.*, 1984); tamaño de la boca, permitiéndole ingerir presas relativamente grandes. Además la forma particular de tomar el alimento

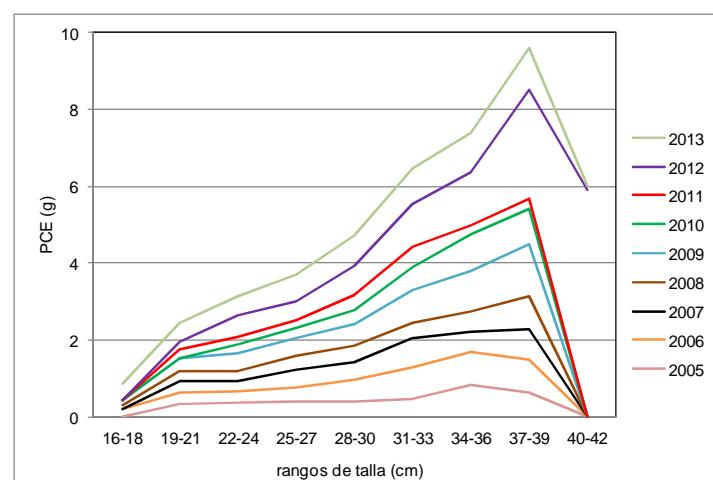


Figura 8. Distribución de frecuencia promedio de los pesos de contenido estomacal (g peso húmedo) por rangos de tallas de *M. cephalus* (promedio de 2005 al 2013 de Callao).

del lecho marino aspirando y arrastrando detritus, arena, diatomeas bentónicas y ocasionalmente copepodos (Thomson, 1964; Hendricks, 1961).

Conclusión.

Dado los hallazgos de esta investigación, se puede concluir que la dieta de lisa estaría sujeta a los cambios estacionales a diferencia de la anual y ontogénicamente no se observó mayor diferencia. Sus hábitos omnívoros y la oferta alimentaria le brindan un amplio espectro trófico.

Agradecimientos.

El presente estudio fue realizado en el Instituto del Mar del Perú (Laboratorio de Ecología Trófica), el material biológico

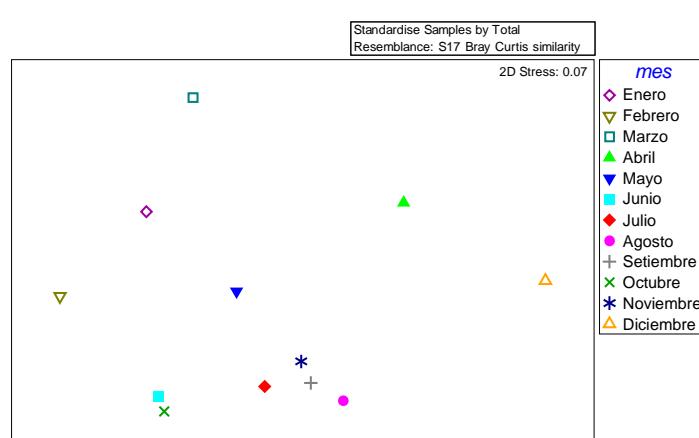


Figura 9. Análisis NMDS en 2D para los 12 meses promedio, en la dieta de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

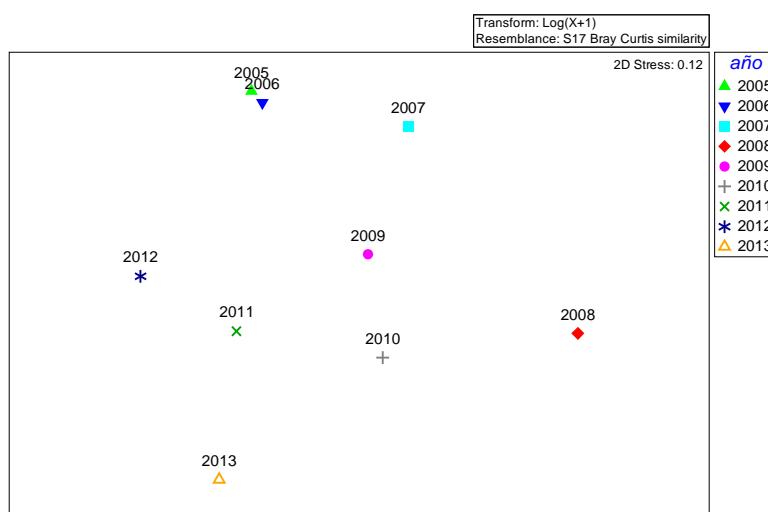


Figura 10. Análisis NMDS en 2D para los nueve años promedio, en la dieta de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

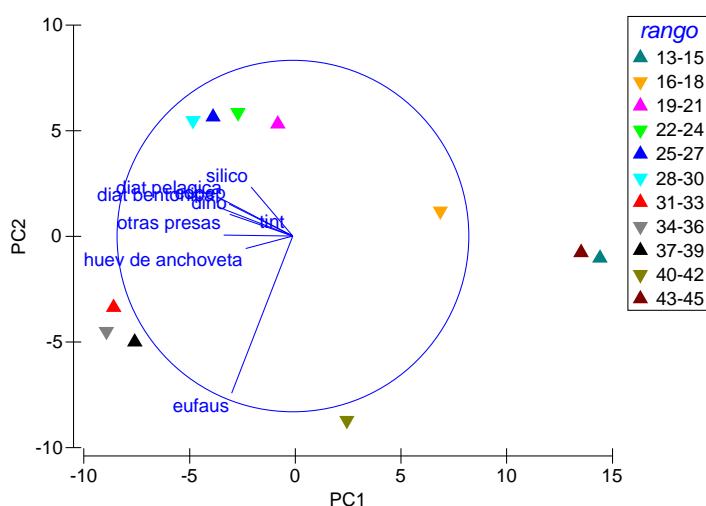


Figura 11. Análisis PCA por rangos de talla y grupos dietarios promedios, en la dieta de *M. cephalus* (2005 al 2013 de Callao).

procedió del Seguimiento de Pesquerías. Reconocimiento especial al Técnico Iván Navarro por su función analítica (zooplankton) y asesoría en el análisis de la información, al Mg. Sc. Pepe Espinoza (Laboratorio de Ecología Trófica) y al Blgo. Luis Quipuzcoa (Laboratorio de Benthos Marino); al Bach. en Estadística Willer Chanduvi (INEI) por los análisis estadísticos. Al Dr. Jorge Tam (Laboratorio de Modelado Oceanográfico, Ecosistémico y del Cambio Climático) y la M.Sc. Marilú Bouchon (Dirección de Investigaciones de Recursos Pelágicos) por la revisión de todo el manuscrito. Finalmente a la Lic. Marta Miyashiro (Universidad Católica del Perú) por la revisión de forma.

Literatura citada.

- Akpan A. W. & Isangedighi I. A. 2004. Aspects of the feeding ecology of three species of *Pseudotolithus* (*Sciaenidae*) in the inshore waters of Southeastern Nigeria, East of the Niger Delta, Nigeria. Journal of Aquatic Science 19 (2) 51-58.
 Alexandrov B.G. 2001. Caloric content of the Black Sea invertebrates: 1 Zooplankton and meiobenthos. In: Ecologiya Morya (Ecology of the Sea), ISSN:1726-6777, pp. 5-10 (in Russian).
 Balech E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Suboccidental. Pub. Esp. Inst. Español de Oceanografía, Madrid. N° 1:1-310.
 Berg J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). Marine Biology 50: 263-273.
 Blaber S.J.M & Whitfield A. K. 1997. The feeding ecology of juvenile mullet (Mugilidae) in south-east African estuaries. Biological Journal of the Linnean Society Volume 9, Issue 3, pages 277-284.
 Boltovskoy D. 1981. Atlas del zooplankton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton

- marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Mar del Plata, Argentina. 936 p.
- Borcard D, Gillet F. and Legendre P. 2011. Numerical Ecology with R. ©Springer Science+Business Media, LLC 2011.
- Cardona L. 1990. Ecología trófica de los mugílidos (*Osteichthyes: Mugilidae*) en la Albufera des Grau (Menorca, Islas Baleares). Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona.
- Cardona L. 2001. Non-competitive coexistence between Mediterranean grey mullet: evidence from seasonal changes in food availability, niche breadth and trophic overlap. *Journal of Fishery Biology*, 59: 729-744.
- Collins M.R. 1981. The feeding periodicity of striped mullet, *Mugil cephalus* L., in two Florida habitats. Department of Zoology, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, U.S.A. *Journal of Fishery Biology* 19: 307-315.
- Cupp E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Institution of Oceanography* 5 (1): 1-238.
- Deibel D. 1986. Feeding mechanism and house of the appendicularian *Oikopleura vanhoeffeni*. *Mar. Biol.* 93, 429-436.
- Drake P., Arias A. M. & Gallego L. 1984. Biología de los Mugílidos (*Osteichthyes, Mugilidae*) en los esteros de las salinas de San Fernando (Cádiz). III. Hábitos alimentarios y su relación con la morfometría del aparato digestivo. *Investigaciones Pesqueras*, 48 (2): 337-367.
- El-Marakby, H.I., A. M. Eid, A. E. Abdelghany & M. Abdel-Tawwab. 2006. The impact of striped mullet, *Mugil cephalus* on natural food and phytoplankton selectivity at different feeding regimes in earthen fishponds. *Journal of Fishery Aquatic Science*, 1 (1): 87-96.
- Fernández-Delgado C., A. Arias, D. García-González y P. Drake. 2000. Peces de Doñana y su entorno. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 272.
- Franco Luisa y Bashirullah K. M. B. 1992. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) del golfo de Cariaco – Estado Sucre, Venezuela. FONAIAP. Estación Experimental Falcón. Campo Experimental Las Piedras, estado Falcón. Instituto Oceanográfico-UDO. Cumaná, estado Sucre. Zootecnia Tropical. Vol. 10(2):219-238.
- González-Sansón G., y Álvarez-Lajonchere L. 1978. Alimentación natural de *Mugil liza*, *M. curema*, *M. trichodon* y *M. hospes* (Pisces, Mugilidae) en las lagunas costeras de Tunas de Zaza, Cuba. Ciencias Ser. 8 Invest. Mar. 41:40.
- Hendricks L. J. 1961. The striped mullet *Mugil cephalus* Linnaeus. California Department of Fish and Game, *Fishery Bulletin* 113: 95-103.
- Hildebrandt S. F. 1946. A descriptive catalog of the shore fishes of Peru. United States. *Nat. Mus. Bull.* 189: 1-530.
- Hyslop E.J. 1980. Stomach content analysis: a review of methods and their applications. *Journal of Fishery Biology*, Southampton, v. 17, no.4, 411-429.
- IMARPE 2005. Anuario científico tecnológico vol 5.
- IMARPE 2006. Anuario científico tecnológico vol 6.
- IMARPE 2007. Anuario científico tecnológico vol 7.
- IMARPE 2008. Anuario científico tecnológico vol 8.
- IMARPE 2009. Anuario científico tecnológico vol 9.
- IMARPE 2010. Anuario científico tecnológico vol 10.
- IMARPE 2011. Anuario científico tecnológico vol 11.
- IMARPE 2012. Anuario científico tecnológico vol 12.
- ERFEN 2013. Boletín Alerta Climática N° 273 (junio 2013).
- James A.G. 1987. Feeding ecology, diet and field-based studies on feeding selectivity of the Cape anchovy *Engraulis capensis* Gilchrist. In: The Benguela and Comparable Ecosystems. Payne, A.I.L., Gulland, J.A. and K.H. Brink (Eds). *South African Journal of Marine Science* 5, 673-692.
- Kesteven G.L. 1941. Conserving the mullet catch. *Fishery Bulletin Western Australia* (1): 1-14.
- Koepcke H. 1955. Peces comunes de la costa peruana. 2da. Ed. Ser. Divulgación Científica N° 6.
- Llanos J., 1974. Algunas consideraciones bioecológicas de la "lisa" *Mugil cephalus* L. en la Laguna de Medio Mundo. Tesis de grado, Programa de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Menden-Deuer, S., Lessard, E.J., 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnology and Oceanography* 45, 569-579.
- Ochoa N. y O. Gómez 1986. Variación espacio temporal del fitoplancton frente a Callao, Perú en 1986. En: H. Salzwedel y A. Landa (eds): Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. Extraordinario, 51-57.
- Odum W.E. 1968. Mullet grazing on a dinoflagellats bloom. *Chesapeake Sci.* 9: 202-204.
- Odum W.E. 1970. Utilization of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet (*Mugil cephalus*). In *Marine Food Chains*. (J.J. Steele ed.): 222-240. Edinburgh.
- Parsons, T.R., Takahashi, M., Hargraves, B., 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Pergamon, Oxford
- Quesquen & Ayón. 2011. 5th International Zooplankton Production Symposium Population Connections, Community Dynamics, and Climate Variability March 14-18, 2011, Pucon, Chile (Panel).
- Romer G.S. & McLachalan A. 1986. Mullet grazing on surf diatom accumulations. *Journal of Fishery of Biology*, 28: 93-104.
- Sameoto D. 1971. Life history ecological production and empirical mathematical model of the population of *Sagitta elegans* in St. Margaret's Bay Nova Scotia. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 28, 971-985.
- Sánchez J & Zimic E. 1973. Historia Marítima del Perú, El Mar: Gran Personaje. Tomo I, Vol.2. 515-518.
- Schiller J. 1971. Dinoflagellata (Peridinae) in monographischer Behandlung. In: L. Rabenhorts (ed). *Kryptogamen-Flora von Deuchland, Österreich und der Schweiz* 2 Teil. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, Vol. 10, Section 3: 617.
- Steidinger K. & Tangen K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, Inc. San Diego: 387-570.
- Theodorsson-Norheim, E. (1986). Kruskal-Wallis test: BASIC computer program to perform nonparametric one-way analysis of variance and multiple comparisons on ranks of several independent samples. Computer methods and programs in biomedicine, 23(1): 57-62.

- Thomson J. M. 1964. The organs of feeding and the food of some Australia mullets. Australian J. Mar. freshwater Research 5: 469-486.
- Verity P.G., Langdon, C. 1984. Relationships between lorica volume, carbon, nitrogen, and ATP content of tintinnids in Narragansett Bay. Journal of Plankton Research 6, 859-868.
- Van der Lingen, C.D., 2002. Diet of sardine Sardinops sagax in the southern Benguela upwelling ecosystem. South African Journal of Marine Science 24, 301-316.
- Verdiell-Cubedo D., Egea-Serrano A., Oliva-Paterna F.J. & Torralva M. 2007. Biología trófica de los juveniles del género *Liza* (Pisces: Mugilidae) en la laguna costera del Mar Menor (SE Península Ibérica). Departamento de Zoología y Antropología Física, Facultad de Biología. Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España. Limnetica, 26 (1): 67-73.
- Wells R.D.S. 1984. The food of the grey mullet (*Mugil cephalus*) in Lake Waahi and the Waikato river at Huntly. New Zealand Journal Marine Freshwater Research 18(1): 13-19.

Tabla 2. Frecuencia (nro. ind⁻¹) y contenido de carbono (μg. ind⁻¹) promedio de especies presa encontrados en los estómagos analizados de *Mugil cephalus* (número de estómagos=3 268).

Presas	Distribución vertical	Frecuencia (nº ind ⁻¹)	Carbono (μg/ind)
DIATOMEAS			
<i>Actinoptychus undulatus</i>	pelágico	1	0.001
<i>Amphiprora</i> sp.	bentónico	1	0.0004
<i>Amphora</i> sp.	bentónico	1	0.001
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	pelágico	3277	0.819
<i>Asteromphalus heptactis</i>	pelágico	2	0.001
<i>Cerataulina pelagica</i>	pelágico	1	0.002
<i>Chaetoceros</i> spp.	pelágico	2139	1.258
<i>Corethron hystrix</i>	pelágico	96	0.264
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	pelágico	17750	943.148
<i>Detonula pumila</i>	pelágico	18588	70.852
<i>Ditylum brightwellii</i>	pelágico	9792	45.602
<i>Entomoneis alata</i> v. <i>alata</i>	pelágico	187	
<i>Eucampia zodiacus</i>	pelágico	8	0.009
<i>Fragilariopsis doliolus</i>	bentónico	828	0.049
<i>Grammatophora</i> sp.	bentónico	10581	10.381
<i>Guinardia delicatula</i>	pelágico	9	0.092
<i>Gyrosigma</i> sp.	bentónico	36298	213.281
<i>Hemiaulus</i> sp.	bentónico	1	0.003
<i>Licmophora abbreviata</i>	bentónico	72	0.098
<i>Lithodesmium undulatum</i>	pelágico	507	0.432
<i>Navicula</i> sp.	bentónico	32	0.020
<i>Odontella longicurvis</i>	pelágico	6389	9.157
<i>Planktoniella sol</i>	pelágico	299	1.572
<i>Pleurosigma</i> sp.	bentónico	6047	26.721
<i>Proboscia alata</i> v. <i>alata</i>	pelágico	4	0.005
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	pelágico	4866	0.620
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	pelágico	99	3.069
<i>Rhizosolenia</i> sp.	pelágico	35	0.253
<i>Skeletonema costatum</i>	pelágico	20149	1.850
<i>Stephanopyxis turris</i>	pelágico	245	1.675
<i>Thalassionema nitzschiooides</i>	pelágico	31362	6.621
<i>Thalassiosira</i> sp.	pelágico	13509	20.726
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	pelágico	2974	
centrice	pelágico	4	
pennate	bentónico	2308	
DINOFLAGELADOS			
<i>Ceratium</i> spp.	nerítico-oceánico	6827	106.311
<i>Dinophysis caudata</i>	nerítico	1322	16.214
<i>Gonyaulax</i> sp.	nerítico-oceánico	3	0.039

Tabla 2. Frecuencia (nro. ind⁻¹) y contenido de carbono (μg. ind⁻¹) promedio de especies presa encontrados en los estómagos analizados de *Mugil cephalus* (número de estómagos=3 268).

Presas	Distribución vertical	Frecuencia (n° ind ⁻¹)	Carbono (μg/ind)
	nerítico-		
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	oceánico	77	0.886
<i>Podolampas</i> sp.	oceánico	3	0.039
<i>Prorocentrum</i> sp.	nerítico	9672	46.280
	nerítico-		
<i>Protoperidinium</i> sp.	oceánico	1680	51.751
<i>Pyrophacus</i> sp.	oceánico	934	12.181
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	nerítico	19	0.211
SILICOFLAGELADOS			
<i>Dictyocha fibula</i>	nerítico	499	4.071
<i>Octactis octonaria</i>	nerítico	761	5.949
Microzooplancton			
TINTINIDOS			
<i>Amphorides</i> sp.		2970	0.055
<i>Eutintinnus</i> sp.		390	0.007
<i>Favella</i> sp.		562	0.009
<i>Helicostomella subulata</i>		128	0.002
<i>Tintinnopsis</i> sp.		21	0.0004
<i>Xystonella</i> sp.		1	0.00001
Mesozooplancton			
COPEPODOS			
<i>Acartia</i> sp.	nerítico	20	0.228
	nerítico-		
<i>Calanus</i> sp.	oceánico	1510	124.737
<i>Calocalanus</i> sp.		30	0.569
	nerítico-		
<i>Centropages</i> sp.	oceánico	920	33.163
	nerítico-		
<i>Clausocalanus</i> sp.	oceánico	1430	4.962
	nerítico-		
<i>Corycaeus</i> sp.	oceánico	3080	22.200
<i>Eucalanus</i> sp.	nerítico	170	103.783
<i>Euterpina</i> sp.	nerítico	2710	4.604
<i>Macrosetella</i> sp.	nerítico	90	0.289
<i>Microsetella</i> sp.	nerítico	1060	3.390
	nerítico-		
<i>Oithona</i> sp.	oceánico	15620	24.549
	nerítico-		
<i>Oncaea</i> sp.	oceánico	10986	31.344
	nerítico-		
<i>Paracalanus</i> sp.	oceánico	1530	10.640
Harpacticoida	nerítico	17352	46.468
Copepoditos		16179	25.714
Restos de copépodos		12150	3.407
	nerítico-		
Euphausiacea	oceánico	439	1901.885
Otros grupos			
	nerítico-		
<i>Mysidacea</i>	oceánico	3	
	nerítico-		
<i>Amphipoda</i>	oceánico	1	0.475
Bivalvia	nerítico	222	25.064

Tabla 2. Frecuencia (nro. ind⁻¹) y contenido de carbono (μg. ind⁻¹) promedio de especies presa encontrados en los estómagos analizados de *Mugil cephalus* (número de estómagos=3 268).

Presas	Distribución vertical	Frecuencia (nº ind ⁻¹)	Carbono (μg/ind)
Gastropoda	nerítico-oceánico	108	15.272
Ostracoda	nerítico-oceánico	10	0.016
Zoea	nerítico-oceánico	50	0.978
Megalopa	nerítico	728	45.949
Huevos de anchoveta	nerítico-oceánico	520	15.845
Huevos de Engraulidae		50	2.170
Huevos de pez n/i		114	5.077
Huevos de crustaceos		1	
Larvas de cirrípedos	nerítico	3300	0.056
Larvas de equinodermos	nerítico	219	0.001
Larvas de pez n/i		69	147.942
Chaetognata		14	1.488
Decapoda reptantia n/i		40	3.178
Restos de Myctophidae		140	147.170
Restos orgánicos n/i		110117	
Polychaeta	nerítico	2241	849.805

¹ Instituto del Mar del Perú. Laboratorio de Ecología Trófica. Esq. Gral. y Valle s/n Chucuito-Callao. Casilla Postal: Apartado 22. Correo electrónico: cfernandez@imarpe.gob.pe.