

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 2



Julio - Diciembre 2019
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

DIETA DE LA MERLUZA PERUANA (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954) EN OTOÑO 2012

PERUVIAN HAKE (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954) DIET IN AUTUMN 2012

David Castillo¹

RESUMEN

CASTILLO D. 2019. Dieta de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954) en otoño 2012. *Bol Inst Mar Perú*. 34(2): 355-368.- El crucero de evaluación de recursos demersales se realizó entre mayo y junio del 2012 a bordo del BIC José Olaya Balandra, su principal objetivo fue la evaluación del recurso merluza. Uno de los aspectos biológicos evaluados fue ecología trófica. Se registraron 28 presas (8 crustáceos, 17 peces y 3 cefalópodos); destacaron por su importancia en aporte a la dieta: eufáusidos, múnida, el canibalismo y anchoveta en todas las sub áreas y estratos; se calculó la ración diaria de 7,84 g/ind/día, con mayor aporte del canibalismo. Se puede caracterizar a la merluza como un depredador carnívoro generalista, con cambios ontogénicos respecto al tamaño de presas en función a la talla. El canibalismo se observó en ejemplares a partir de los 20 cm de longitud total, comportamiento que fue incrementando su importancia según las merluzas alcanzaron mayor tamaño.

PALABRAS CLAVE: alimentación, merluza, otoño 2012

ABSTRACT

CASTILLO D. 2019. Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954) diet in autumn 2012. *Bol Inst Mar Peru*. 34(2): 355-368.- Between May and June 2012, the demersal resources assessment cruise was carried out on board the R/V José Olaya Balandra, its main objective was the evaluation of the Peruvian hake resource. One of the biological aspects assessed was trophic ecology. A total of 28 prey were recorded (8 crustaceans, 17 fish, and 3 cephalopods); euphausiids, squat lobster, cannibalism, and anchoveta predominated in all subareas and strata for their importance in contributing to the diet; the daily ration of 7.84 g/ind/day was estimated, with a greater contribution from cannibalism. Peruvian hake can be characterized as a general carnivorous predator, with ontogenetic changes regarding prey size depending on length. Cannibalism was observed in specimens from 20 cm in total length, behavior that was increasing its importance as hake reached greater size.

KEYWORDS: feeding, Peruvian hake, autumn 2012

1. INTRODUCCIÓN

Los cruceros que realiza el Instituto del Mar del Perú para evaluar sus recursos demersales buscan registrar información que permitirá evaluar el estado biológico y poblacional del stock de merluza disponible en el mar peruano, así como caracterizar las condiciones oceanográficas de su área de distribución.

Los estudios de la composición de la dieta basados en análisis de contenido estomacal de merluza (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954), que están incluidos como parte del estudio de las características biológicas de esta especie, han permitido conocer aspectos de su ecología trófica identificando sus principales presas así como sus variaciones respecto a diferentes parámetros.

Se analiza la dieta de merluza con relación a la fluctuación de sus características biológicas, conducta alimentaria y condiciones ambientales, además de identificar la formación de grupos tróficos en las diferentes subáreas de distribución y estratos de profundidad.

1. INTRODUCTION

To assess the biological and population status of demersal resources (specifically Peruvian hake), the Instituto del Mar del Perú (Alternative: Peruvian Marine Research Institute) carried out cruises to record information to estimate the hake stock available in the Peruvian sea, as well as to characterize the oceanographic conditions of its distribution area.

Dietary composition studies based on stomach content analysis of Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954), enable to know aspects of its trophic ecology by identifying its main prey as well as its variations with respect to different parameters.

The Peruvian hake diet is analyzed in relation to the fluctuation of its biological characteristics, food behavior, and environmental conditions, in addition to identifying the formation of trophic groups in the different sub-areas of distribution and depth strata.

¹ IMARPE, DGRIDL. Esquina Gamarra y Gral. Valle s/n, Callao, Perú. dcastillo@imarpe.gob.pe

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de muestreo y recolección de muestras

Se han analizado 6.447 muestras de estómagos (Tabla 1) provenientes del crucero de evaluación de merluza y otros demersales, efectuado entre el 11 de mayo y 1 de junio del 2012, a bordo del BIC José Olaya Balandra, cubriendo la zona comprendida entre los grados 3°29' y 7°30'S (Fig. 1).

Los estómagos recolectados, luego del muestreo biológico, se organizaron manteniendo el orden correlativo de ejemplar muestreado y se almacenaron en refrigeración; se tomó nota de la información de lance, fecha y hora de captura.

Análisis de contenido estomacal

Los estómagos fueron abiertos haciendo un corte longitudinal con una tijera quirúrgica, las presas grandes fueron reconocidas directamente, mientras que las pequeñas fueron colocadas en placas Petri para ser observadas con un microscopio estereoscópico a 10 y 20x de resolución para su identificación taxonómica al mínimo taxón posible;

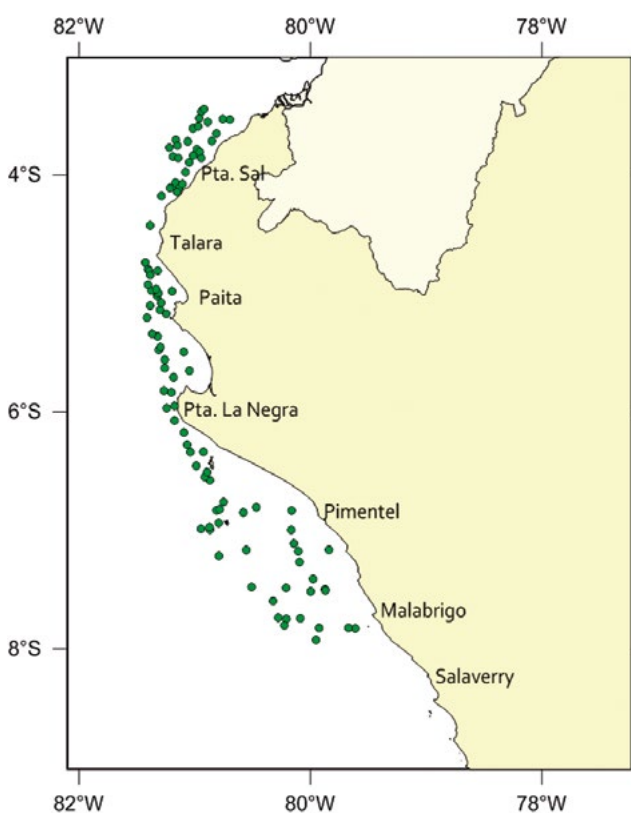


Figura 1.- Distribución geográfica de los puntos de obtención de muestras. Crucero de evaluación de merluza y otros demersales, otoño 2012, BIC José Olaya Balandra 1205-06

Figure 1. Geographical distribution of sampling points. Peruvian hake and other demersal species assessment cruise, autumn 2012, R/V José Olaya Balandra 1205-06

2. MATERIAL AND METHODS

Sampling location and collection of samples

Between May 11 and June 1, 2012, the Peruvian hake and other demersal species assessment cruise was carried out onboard the R/V José Olaya Balandra (between 3°29' and 7°30'S). A total of 6,447 samples of stomachs were analyzed (Fig. 1).

The collected stomachs were kept in refrigeration; the set, date, and time of catch information were noted.

Stomach content analysis

For taxonomic identification, the stomachs were opened by longitudinal cutting with surgical scissors, the large prey were directly recognized, while the small prey were observed with a stereoscopic microscope at 10 and 20X magnification; prey or groups of prey belonging to a major taxonomic category were weighed on a scale with a precision of 0.001 g. Available specialized bibliography was used (CHIRICHIGNO, 1970; CHIRICHIGNO & VÉLEZ, 1998; CHIRICHIGNO & CORNEJO, 2001; MÉNDEZ, 1981; SANTANDER *et al.* 1981).

Information analysis

Table 2 details the grouping factors used.

Variation in weight of stomach contents.- To analyze the dynamics of this variable during the cruise, the weight was ordered by length to the centimeter, by each area, and depth stratum (Fig. 2).

Determination of the importance of prey.- To determine the importance of each prey, the weight values were processed by applying the gravimetric method (%P) (BERG, 1979; HYSLOP, 1980), depending on the size range, sex, sub-area, and depth stratum.

Tabla 1.- Número de estómagos llenos, vacíos y rangos de talla analizados. Crucero BIC José Olaya Balandra 1205-06

Table 1. Number of analyzed full and empty stomachs and size ranges. R/V José Olaya Balandra 1205-06

Área	Rangos de talla (cm)	Estómagos		
		Llenos	Vacíos	Total
A	21-74	391	1204	1595
B	20-66	209	962	1171
C	15-53	318	861	1179
D	6-48	290	732	1022
E	11-42	508	972	1480

las presas o grupos de ellas pertenecientes a una categoría taxonómica mayor fueron pesadas en una balanza con precisión de 0,001 g. Se empleó bibliografía especializada disponible (CHIRICHIGNO, 1970; CHIRICHIGNO y VÉLEZ, 1998; CHIRICHIGNO y CORNEJO, 2001; MÉNDEZ, 1981; SANTANDER *et al.* 1981).

Análisis de información

En la tabla 2 se detallan los factores de agrupación utilizados.

Variación de peso del contenido estomacal.- El peso fue ordenado según la talla al centímetro, por cada área y estrato de profundidad, para analizar la dinámica de esta variable durante el crucero (Fig. 2).

Determinación de la importancia de las presas.-

Para determinar la importancia de cada presa, los valores de peso fueron procesados aplicando el método gravimétrico (%P) (BERG, 1979; HYSLOP, 1980), en función del rango de tallas, sexo, sub área y estrato de profundidad.

Variación de las principales presas.- Las presas más importantes de la merluza (eufáusidos, anchoveta, múnida y merluza) fueron analizadas mediante el diagrama de cajas "boxplot", para determinar la variabilidad en función de los intervalos de talla, sexo y subárea.

Con la finalidad de tener una representación más clara de la dieta se agruparon las presas, quedando nueve ítems: eufáusidos, merluza, múnida, anchoveta, bereche con barbo, langostinos, peces mesopélagicos, cefalópodos y otras presas que fueron agrupados por intervalos de talla, sexo, subáreas y estratos.

Análisis estadístico.- El tratamiento estadístico consistió en analizar la variabilidad del peso de contenido estomacal y la importancia de las presas en función de los parámetros previamente determinados (intervalos de talla, ssexo, subárea y estrato de profundidad). Para ese efecto se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (THEODORSSON-NORHEIM, 1986).

Asimismo, debido a la naturaleza multivariada de la matriz de datos, se aplicó el método multivariado de ordenamiento denominado escalamiento multidimensional no métrico (MDS) para detectar patrones en los datos que ayuden a simplificar la importancia de las presas en función de los parámetros antes mencionados. En este caso, se emplearon los datos de peso, los cuales fueron previamente transformados a la forma raíz cuadrada.

Tabla 2.- Factores de agrupación para análisis de información para merluza, Cr. BIC Olaya 1205-06

Table 2. Grouping factors for information analysis of Peruvian hake, R/V José Olaya Balandra 1205-06

Factor Factor	Código Code	Características Characteristics
Intervalo de talla Size range	(a)	Pequeña: Menor a 20 cm (LT)
	(b)	Mediana: Entre 21 y 40 cm (LT)
	(c)	Grande: Mayor a 40 cm (LT)
Sexo Sex	0	Hembra/Female
	1	Macho/Male
Sub área Sub area	A	03°30' - 03°59'S
	B	04°00' - 04°59'S
	C	05°00' - 05°59'S
	D	06°00' - 06°59'S
	E	07°00' - 07°59'S
	F	08°00' - 08°59'S
Estratos de profundidad Depth strata (m)	1	30-90
	2	90-180
	3	180-360
	4	Mayores a 360

Variation of the main prey.- The boxplot diagram was used to analyse the most important prey (euphausiids, anchoveta, squat lobster, and Peruvian hake) determining variability according to length, sex, and sub-area intervals.

The prey were clustered, resulting in nine items: euphausiids, Peruvian hake, squat lobster, anchoveta, Peruvian barbel drum, prawns, mesopelagic fish, cephalopods, and other prey that were clustered by length, sex, sub-areas and strata intervals.

Statistical analysis.- The statistical treatment consisted of analyzing the variability of the weight of stomach contents and the importance of the prey according to size, sex, sub-area, and depth stratum intervals. The Kruskal-Wallis test was used for this purpose (THEODORSSON-NORAHEIM, 1986).

The multivariate method of ordering called non-metric multidimensional scaling (nMDS) was applied to detect patterns in the data that help to simplify the importance of the prey according to the aforementioned parameters. The weight data were used, which were previously transformed into the square root form.

Ración diaria de alimentación

Para la determinación de la ración diaria de alimentación se empleó el método de Durbin *et al.*, 1983 citado por Muck *et al.* (1988).

$$Rd = t \times Pp \times a \times e^{bT}$$

Donde:

Rd = Ración diaria de alimentación (g/ind./día).

t = Número de horas.

Pp = Peso promedio del contenido estomacal (g).

a = Coeficiente de digestibilidad del alimento (0,0406 para peces).

b = Constante (0,111), asociada a la temperatura.

T = Temperatura promedio en °C.

3. RESULTADOS

Peso de contenido estomacal PCE

Los valores del peso del contenido estomacal por cada individuo fueron analizados según la ubicación de captura. En las sub áreas A (estratos 3 y 4) y B (estrato 3) se pudo observar mayor cobertura de datos al cubrir un amplio rango de tallas, con tendencia a incrementarse según la profundidad (Fig. 2). En las otras subáreas y estratos de profundidad, solo se tuvo cobertura de individuos por debajo de los 45 cm de longitud total.

Composición taxonómica de la dieta

Se encontró alimento en 1.716 estómagos. Se reconocieron 28 presas (Tabla 3) representadas por 8 especies de crustáceos, 17 de peces y 3 de cefalópodos.

Las especies que formaron parte del espectro alimentario de la merluza, tuvieron diferentes niveles de importancia (%IRI) en la dieta. Destacaron eufáusidos (%IRI = 83,69), merluza por canibalismo (%IRI= 10,50), anchoveta *Engraulis ringens* (2,99%) y múnida *Pleuroncodes monodon* (Tabla 3).

Las principales presas a nivel de peso fueron: merluza (55,20%), anchoveta (16,99), eufáusidos (7,78%) y múnida (4,69%) (Tabla 3).

Numéricamente mayor aporte fue de eufáusidos (92,73%) y múnida (3,06%); las presas más frecuentes fueron eufáusidos (45,25%), múnida (16,56%), merluza (10,20%) y anchoveta (9,09%) (Tabla 3).

Daily feeding ration

The method of Durbin *et al.*, 1983 cited by Muck *et al.* (1988) was used to determine the daily feeding ration.

$$Rd = t \times Pp \times a \times e^{bT}$$

Where:

Rd = Daily feeding ration (g/ind./day).

t = Number of hours.

Pp = Mean weight of stomach content (g).

a = Feed digestibility coefficient (0.0406 for fish).

b = Constant (0.111), associated with temperature.

T = Mean temperature in °C.

3. RESULTS

Weight of stomach content WSC

The weight values of the stomach contents for each individual were analyzed according to the catch location. In sub-areas A (strata 3 and 4) and B (stratum 3) greater data coverage could be observed, with a rising tendency according to depth (Fig. 2). In the other sub-areas and depth strata, only individuals below 45 cm in total length were covered.

Taxonomic composition of the diet

Food was found in 1,716 stomachs. A total of 28 prey (Table 3) represented by 8 crustaceans, 17 fish, and 3 cephalopods were recognized.

Euphausiids (%IRI = 83.69), Peruvian hake by cannibalism (%IRI = 10.50), anchoveta *Engraulis ringens* (2.99%), and squat lobster *Pleuroncodes monodon* predominated (Table 3).

The main prey at weight level were: Peruvian hake (55.20%), anchoveta (16.99), euphausiids (7.78%), and squat lobster (4.69%) (Table 3).

Numerically, the greatest contribution was from euphausiids (92.73%) and squat lobster (3.06%); the most frequent prey were euphausiids (45.25%), squat lobster (16.56%), Peruvian hake (10.20%), and anchoveta (9.09%) (Table 3).

Composición de la dieta según rangos de talla y sexo

Se han observado tendencias en la composición de dieta de los tres intervalos de talla predefinidos en este estudio asociado al factor sexo. Las hembras pequeñas se alimentaron de múnida (50,4%), eufáusidos (33,3%) y anchoveta (4,7%); las medianas se alimentaron de anchoveta (42,2%), merluza (22,2%) y eufáusidos (11,0%); las hembras grandes fueron mayormente caníbales (85,6%). En el caso de los machos, las presas principales fueron: eufáusidos (52,9%) y múnida (37,3%) en los pequeños; eufáusidos (32,7%), anchoveta (31,2%) y múnida (16,2%) en los medianos y el canibalismo representó el 59,4% en los grandes (Fig. 3).

Dietary composition based on size ranges and sex

Tendencias have been observed in the dietary composition of the three pre-defined size intervals in this study associated with the sex factor. Small females fed on squat lobster (50.4%), euphausiids (33.3%), and anchoveta (4.7%); medium females fed on anchoveta (42.2%), Peruvian hake (22.2%), and euphausiids (11.0%); large females were mostly cannibals (85.6%). In the case of males, the main prey were: euphausiids (52.9%) and squat lobster (37.3%) in the small ones; euphausiids (32.7%), anchoveta (31.2%), and squat lobster (16.2%) in the medium-sized ones, and cannibalism represented 59.4% in the case of the large ones (Fig. 3).

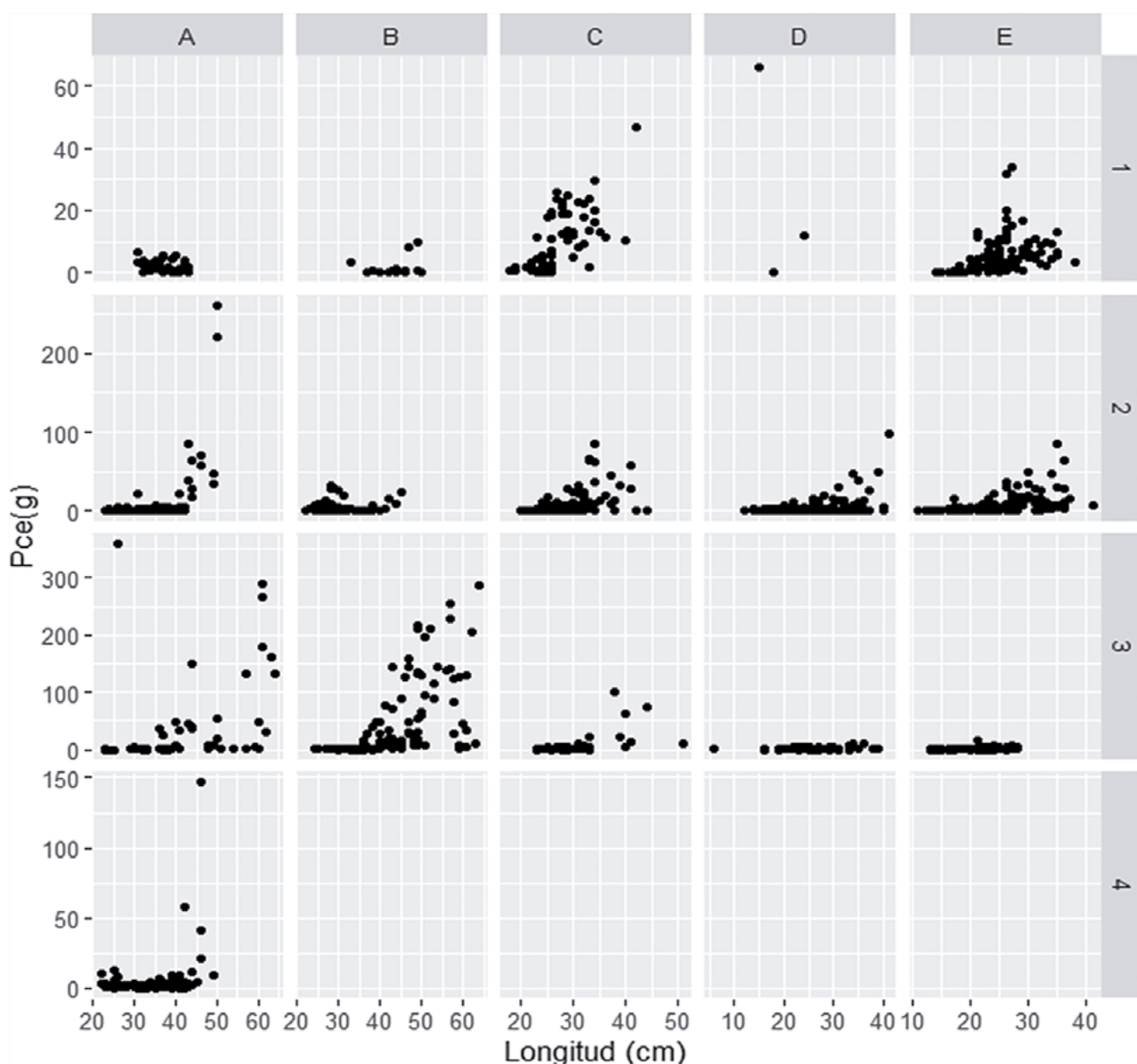


Figura 2.- Variación del peso del contenido estomacal individual en *Merluccius gayi peruanus*. Crucero BIC José Olaya Balandra 1205-06 según subáreas (A, B, C, D y E) y estratos de profundidad (1, 2, 3, 4)

Figure 2. Weight variation of individual stomach contents in *Merluccius gayi peruanus*. R/V José Olaya Balandra 1205-06 based on sub-areas (A, B, C, D, and E) and depth strata (1, 2, 3, 4)

Tabla 3.- Composición de la dieta de *Merluccius gayi peruanus*, peso (%P), número (%N), frecuencia de ocurrencia (%F). Crucero BIC José Olaya Balandra 1205-06

Table 3. Dietary composition of *Merluccius gayi peruanus*, weight (%P), number (%N), frequency of occurrence (%F). R/V Jose Olaya Balandra 1205-06

PRESAS	P	N	F	%P	%N	%F	%IRI
CRUSTACEA							
Euphausiidae	1145,4	22399	776	7,78	92,73	45,25	83,69
<i>Pleuroncodes monodon</i>	690,26	738	284	4,69	3,06	16,56	2,36
<i>Pasiphaea americana</i>	90,60	125	71	0,61	0,52	4,14	0,09
<i>Squilla</i> sp.	135,54	86	48	0,92	0,36	2,79	0,07
<i>Plesionika trispinus</i>	46,20	59	48	0,31	0,24	2,79	0,03
<i>Platymera gaudichaudii</i>	38,20	58	8	0,26	0,24	0,47	0,004
<i>Heterocarpus vicarius</i>	100,60	6	6	0,68	0,03	0,35	0,004
Galatheididae	9,30	1	1	0,06	0,004	0,06	0,0001
PISCES							
<i>Merluccius gayi peruanus</i>	8127,00	180	175	55,20	0,74	10,20	10,50
<i>Engraulis ringens</i>	2501,10	215	156	16,99	0,89	9,09	2,99
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	146,90	107	44	0,99	0,44	2,56	0,07
Teleósteo indeterminado	137,40	45	44	0,93	0,19	2,56	0,05
<i>Ctenosciaena peruviana</i>	397,60	14	14	2,70	0,06	0,82	0,04
<i>Decapterus macrosoma</i>	288,00	4	4	1,96	0,02	0,23	0,008
<i>Vinciguerra</i> sp.	27,80	22	16	0,19	0,09	0,93	0,005
<i>Leuroglossus urotronus</i>	35,50	16	12	0,24	0,06	0,69	0,004
Gonostomatidae	21,60	12	12	0,15	0,05	0,69	0,003
<i>Trichurus lepturus</i>	40,80	5	5	0,28	0,02	0,29	0,002
<i>Pontinus sierra</i>	52,20	2	2	0,35	0,008	0,12	0,0007
<i>Diplectrum</i> sp.	22,90	3	3	0,15	0,01	0,17	0,0005
<i>Physiculus talarae</i>	59,60	1	1	0,40	0,004	0,06	0,0004
<i>Coelorinchus canus</i>	8,10	1	1	0,06	0,004	0,06	0,00006
Myctophidae	4,70	3	1	0,03	0,01	0,06	0,00005
<i>Anchoa nasus</i>	5,40	1	1	0,03	0,004	0,06	0,00004
Ophichthidae	3,50	1	1	0,02	0,004	0,06	0,00003
CEPHALOPODA							
Loliginidae	209,11	48	45	1,42	0,19	2,62	0,08
<i>Dosidicus gigas</i>	229,50	1	1	1,56	0,004	0,06	0,002
Octopodidae	146,70	1	1	0,99	0,004	0,06	0,001

Composición de la dieta según subáreas y estratos

Analizando la composición de la dieta de merluza por subárea y estrato de profundidad se obtuvo en los primeros 180 m de profundidad, en el estrato I las merluzas se alimentaron de eufáusidos (79,7%), anchoveta (87,0%) y cefalópodos (41,4%); en el estrato II los mayores aportes fueron de merluza (61,3%) y anchoveta (46,6%). A mayores profundidades, entre 180 y 360 m y en el estrato III, las presas más importantes fueron merluza (canibalismo) en las subáreas A (90,1%), B (87,6%) y C (74,9%), con presencia de múnida en las subáreas D (50,8%) y E (58,7%) (Fig. 4).

Análisis multivariado

Los análisis comparativos a nivel de talla, han mostrado tres grupos de merluzas con similaridad a nivel de 30%. El primer grupo conformado por

Dietary composition by sub-areas and strata

It was obtained that in the first 180 m of depth, Stratum I: Peruvian hake were fed on euphausiids (79.7%), anchoveta (87.0%), and cephalopods (41.4%); in stratum II: the greatest contributions were Peruvian hake (61.3%) and anchoveta (46.6%). At greater depths, between 180 and 360 m and in stratum III, the most important prey were Peruvian hake (cannibalism) in sub-areas A (90.1%), B (87.6%), and C (74.9%), with the presence of squat lobster in sub-areas D (50.8%) and E (58.7%) (Fig. 4).

Multivariate analysis

Comparative analyses at the size level have shown three groups of Peruvian hake with similarity at the 30% level. The first group made

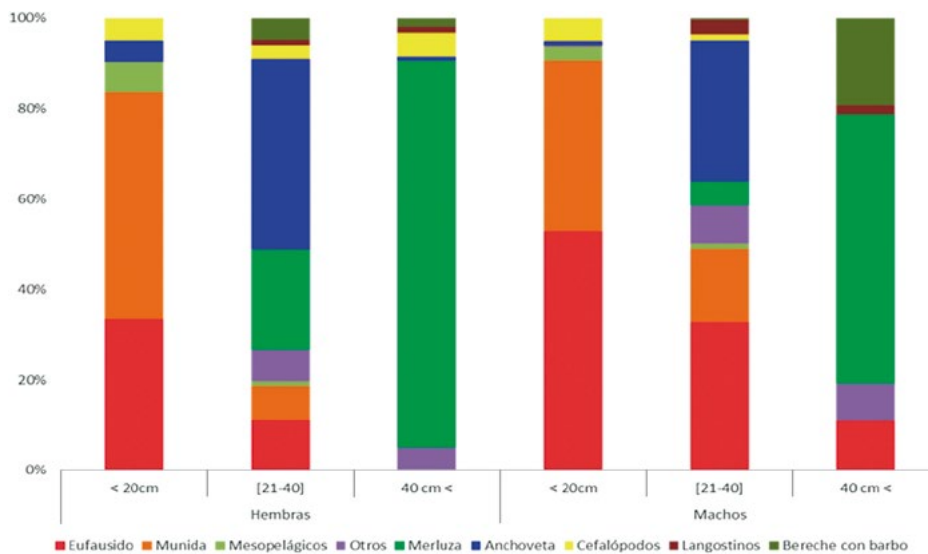


Figura 3.- Composición según valores de % peso de la dieta de *Merluccius gayi peruanus* según rangos de talla (cm). Cr 1205-06

Figure 3.- Composition according to weight % values of the *Merluccius gayi peruanus* diet according to size ranges (cm). Cr 1205-06

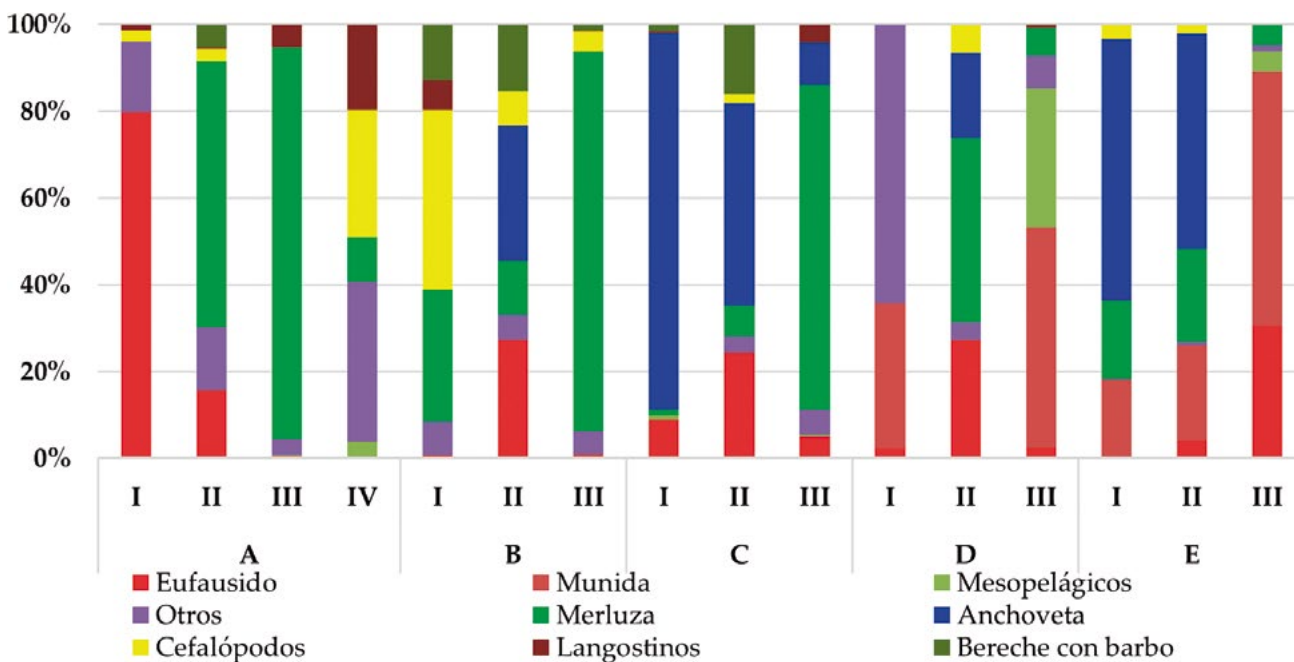


Figura 4.- Composición según % peso, dieta de *Merluccius gayi peruanus*, según subáreas y estratos. Cr 1205-06

Figure 4. Composition according to weight %, *Merluccius gayi peruanus* diet, according to sub-areas and depth strata. Cr 1205-06

merluzas pequeñas (menores a 20 cm) presentó alimentación basada en eufáusidos (43,4%), el segundo grupo de merluzas medianas (20 a 40 cm) consumieron anchoveta (39,4%), múnida (9,7%), eufáusidos (16,6%) y se presentó canibalismo (17,8%) y, el tercer grupo de merluzas grandes (mayores a 40 cm) fueron preferentemente caníbales (85,3%) (Fig. 5).

up of small hake (less than 20 cm) presented feeding based on euphausiids (43.4%), the second group of medium hake (20 to 40 cm) consumed anchoveta (39.4%), squat lobster (9.7%), euphausiids (16.6%), and cannibalism (17.8%), and the third group of large hake (greater than 40 cm) were preferably cannibals (85.3%) (Fig. 5).

A nivel de sexos el factor talla ha determinado la formación de grupos, mostrando en primer lugar a las merluzas pequeñas que se alimentaron de eufáusidos (52,9 y 33,3%), el segundo grupo de merluzas medianas que consumieron anchoveta (42,2 y 31,2%), múnida (7,4 y 37,7%), eufáusidos (11,0 y 32,7%) y merluza (22,2 y 5,2%) y el tercer grupo de merluzas grandes que fueron principalmente caníbales (85,6 y 59,4%) (Fig. 6).

At the level of sexes, the size factor has determined the formation of groups, starting with the small hake that fed on euphausiids (52.9 and 33.3%), the second group of medium hake that consumed anchoveta (42.2 and 31.2%), squat lobster (7.4 and 37.7%), euphausiids (11.0 and 32.7%) and hake (22.2 and 5.2%), and the third group of large hake that were mainly cannibals (85.6 and 59.4%) (Fig. 6).

A nivel de subáreas se observaron dos grupos, el primero formado por las subáreas A, B y C versus otro grupo que estuvo formado por las subáreas D y E, entre ambos grupos la diferencia sustancial fue la presencia de múnida en las subáreas D y E (Fig. 7).

At the sub-area level, two groups were observed, the first formed by sub-areas A, B, and C versus another group formed by sub-areas D and E. Between both groups, the main difference was the presence of squat lobster in sub-areas D and E (Fig. 7).

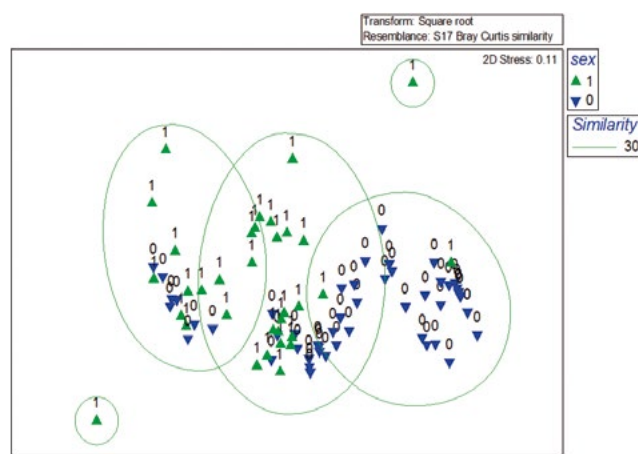
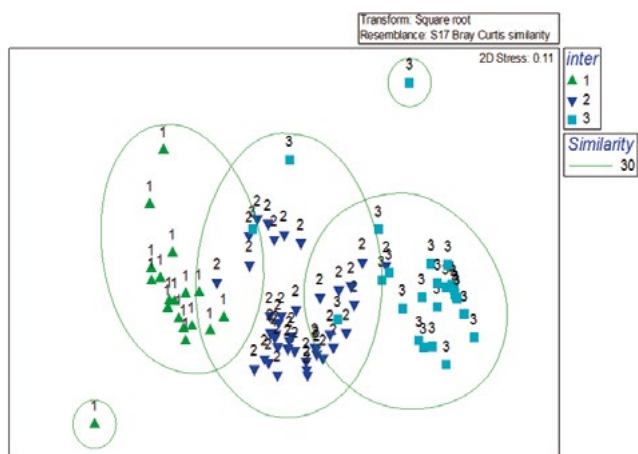


Figura 5.- MDS en la dieta de *M. gayi peruanus* según rangos de talla con subáreas (1:<20cm), (2: [20-40]) y (3: 40cm<). Cr 1205-06

Figura 6.- MDS en la dieta de *Merluccius gayi peruanus* por sexo (1=machos) y (0=fembras). Cr 1205-06

Figure 5. MDS in the *Merluccius gayi peruanus* diet according to size ranges with sub-areas (1:<20cm), (2: [20-40]) y (3: 40cm<). Cr 1205-06

Figure 6. MDS in the *Merluccius gayi peruanus* diet by sex (1=males) and (0=females). Cr 1205-06

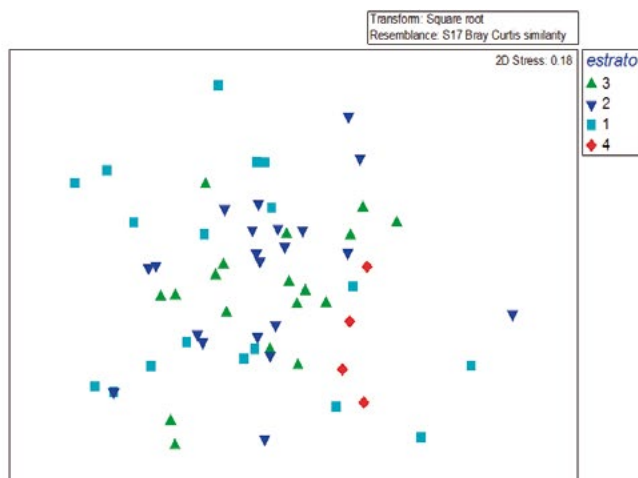
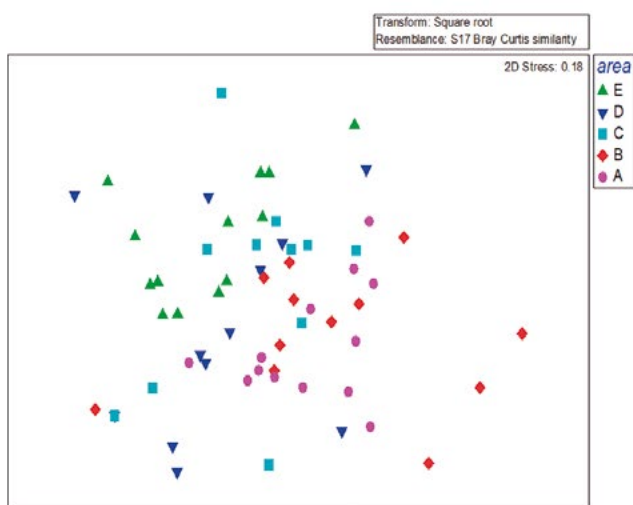


Figura 7.- MDS en la dieta de *Merluccius gayi peruanus* por subáreas. Cr 1205-06

Figura 8.- MDS en la dieta de *Merluccius gayi peruanus* por estratos. Cr. 1205-06

Figure 7. MDS in the *Merluccius gayi peruanus* diet by sub-areas. Cr 1205-06

Figure 8. MDS in the *Merluccius gayi peruanus* diet by strata. Cr. 1205-06

Según estratos se ha presentado relación entre los estratos II y III donde se ubicaron las merluzas que se alimentaron principalmente de eufáusidos, anchoveta y canibalismo; más alejados de la distribución se encontraron las merluzas capturadas en los estratos I y IV que se alimentaron de eufáusidos y langostinos de diversos tipos, respectivamente (Fig. 8).

Principales presas

Eufáusidos

La presencia de eufáusidos en las diferentes subáreas ha mostrado diferencias significativas ($Chi_4 = 49,4$; $p=0,0$) con mayor consumo promedio en las subáreas A (2,1 g/ind.) y C (1,2 g/ind.).

Las diferencias entre rangos de talla ($Chi_4 = 34,7$; $p=0,00$) presentaron incremento gradual de la cantidad de eufáusidos ingeridos entre merluzas pequeñas (menores a 20 cm) y merluzas grandes (mayores a 40 cm), por otro lado se han registrado diferencias en el consumo de esta presa entre machos y hembras ($p=0,901$) (Tabla 4, Fig. 9).

Anchoveta

Se han presentado diferencias ($Chi_4 = 8,23$; $p=0,041$) entre subáreas respecto al promedio de consumo de anchoveta, el cual fue mayor en la subárea B (21,3 g/ind.) y fue disminuyendo progresivamente hacia la subárea E (14,0 g/ind.).

According to strata, there has been a relationship between strata II and III, where the hake that fed mainly on euphausiids, anchoveta, and cannibalism were located; further away from the distribution, there were hake caught in strata I and IV, which fed on euphausiids and prawns of various types, respectively (Fig. 8).

Main prey

Euphausiids

The presence of euphausiids in the different sub-areas has shown significant differences ($Chi_4 = 49.4$; $p=0.00$) with higher mean consumption in sub-areas A (2.1 g/ind.) and C (1.2 g/ind.).

Differences between size ranges ($Chi_4 = 34.7$; $p=0.00$) presented a gradual increase in the number of consumed euphausiids between small hake (less than 20 cm) and large hake (greater than 40 cm). On the other hand, differences have been registered in the consumption of these prey between males and females ($p=0.901$) (Table 4, Fig. 9).

Anchoveta

There have been differences ($Chi_4 = 8.23$; $p=0.041$) between sub-areas regarding the mean consumption of anchoveta, which was higher in sub-area B (21.3 g/ind.) and was progressively decreasing towards sub-area E (14.0 g/ind.).

Tabla 4.- Valores de p respecto a la contribución en peso de las principales presas (eufáusidos, anchoveta, el canibalismo y múnida) en la dieta de *Merluccius gayi peruanus*. Cr. 1205-06 según subárea, rangos de talla y sexo

Table 4. Values of p regarding the contribution in weight of the main prey (euphausiids, anchoveta, cannibalism, and squat lobster) in the *Merluccius gayi peruanus* diet. Cr. 1205-06 by sub-area, size ranges, and sex

Presas	Factores	Ch_4	p
Eufáusidos	Área	49,40	0,000
	Rango de talla (cm)	34,70	0,000
	Sexo	0,01	0,901
Anchoveta	Área	8,23	0,041
	Rango de talla (cm)	6,69	0,035
	Sexo	-----	-----
Merluza	Área	-----	-----
	Rango de talla (cm)	-----	-----
	Sexo	75,28	0,000
Múnida	Área	-----	-----
	Rango de talla (cm)	-----	-----
	Sexo	4,44	0,000

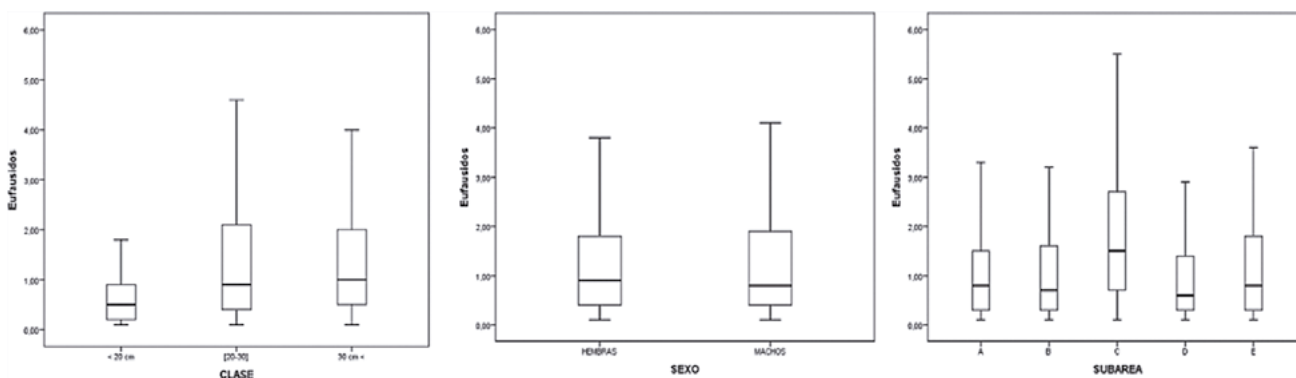


Figura 9.- Variación de la contribución en peso de los eufáusidos en la dieta de *Merluccius gayi peruanus* según intervalos de talla, sexo y subárea. Cr. 1205-06

Figure 9. Variation of the contribution in weight of euphausiids in the *Merluccius gayi peruanus* diet according to size, sex, and sub-area intervals. Cr. 1205-06

La relación entre el consumo de anchoveta y el tamaño de merluzas fue proporcional con una variación de 13,5 g/ind en merluzas pequeñas a 21,9 g/ind en merluzas grandes, presentando, entre las mismas diferencias significativas ($Chi_4 = 6,686$; $p=0,035$); sin embargo, no fueron significativas las diferencias en el consumo de anchoveta entre machos y hembras (Tabla 4, Fig. 10).

The ratio between anchoveta consumption and Peruvian hake size was proportional with a variation from 13.5 g/ind in small hake to 21.9 g/ind in large hake, with significant differences between them ($Chi_4 = 6.686$; $p=0.035$); however, the differences in anchoveta consumption between males and females were not significant (Table 4, Fig. 10).

Múnida

Fueron dos los grupos de talla en los que se registró presencia de múnida, los promedios fueron de 1,35 g/ind. en merluzas pequeñas y 4,51g/ind. en merluzas medianas. No se han encontrado diferencias entre hembras y machos; la presencia de múnida fue registrada en las subáreas D y E (Tabla 4, Fig. 11).

Squat lobster

There were two size groups in which the squat lobster presence was recorded, the means were 1.35 g/ind. in small hake and 4.51g/ind. in medium hake. No differences were found between females and males; the presence of squat lobster was recorded in sub-areas D and E (Table 4, Fig. 11).

Canibalismo

La presencia del canibalismo se ha registrado en merluzas a partir de 20 cm de longitud total, con mayor incidencia en especímenes grandes, registrando mayores promedios en merluzas hembras (51,4 g/ind.) y menores en machos (7,7 g/ind.), con diferencias significativas ($Chi_4 = 75,279$; $p=0$). Este comportamiento caníbal tuvo mayor importancia en las subáreas A y B, con valores promedios de consumo de 82,0 y 76,5 g/individuo (Tabla 4, Fig. 12).

Cannibalism

The presence of cannibalism has been recorded in Peruvian hake from 20 cm in total length, with greater incidence in large specimens, with higher means in female hake (51.4 g/ind.) and smaller in males (7.7 g/ind.), with significant differences ($Chi_4 = 75.279$; $p=0$). This cannibal behavior was more important in sub-areas A and B, with mean consumption values of 82.0 and 76.5 g/individual (Table 4, Fig. 12).

Ración diaria

La ración diaria calculada durante este crucero para merluza fue de 7,84 g/ind/día, el mayor aporte fue del canibalismo que representó el 4,3 g/ind/día, anchoveta 1,3 g/ind/día y eufáusidos 0,61 g/ind /día.

Daily ration

The estimated daily ration during this cruise for Peruvian hake was 7.84 g/ind./day, the greatest contribution was from cannibalism which represented 4.3 g/ind/day, anchoveta 1.3 g/ind/day, and euphausiids 0.61 g/ind/day.

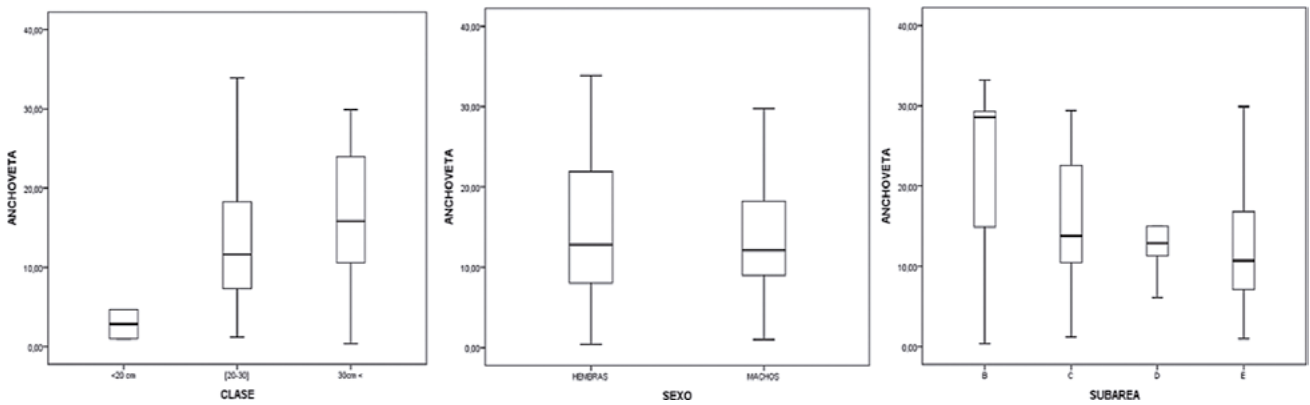


Figura 10.- Variación de la contribución en peso de *Engraulis ringens* en la dieta de *Merluccius gayi peruanus*, según intervalos de talla, sexo y subárea. Cr. 1205-06

Figure 10. Variation of the contribution in weight of *Engraulis ringens* in the *Merluccius gayi peruanus* diet, by size, sex, and sub-area intervals. Cr. 1205-06

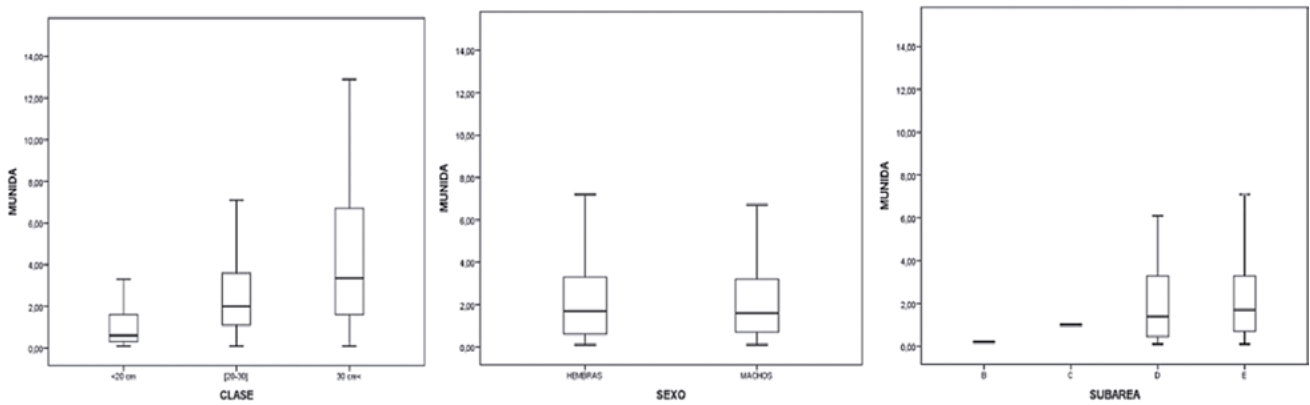


Figura 11.- Variación de la contribución en peso de *Pleuroncodes monodon* en la dieta de *Merluccius gayi peruanus* según intervalos de talla, sexo y subárea. Cr. 1205-06

Figure 11. Variation of the contribution in weight of *Pleuroncodes monodon* in the *Merluccius gayi peruanus* diet by size, sex, and sub-area intervals. Cr. 1205-06

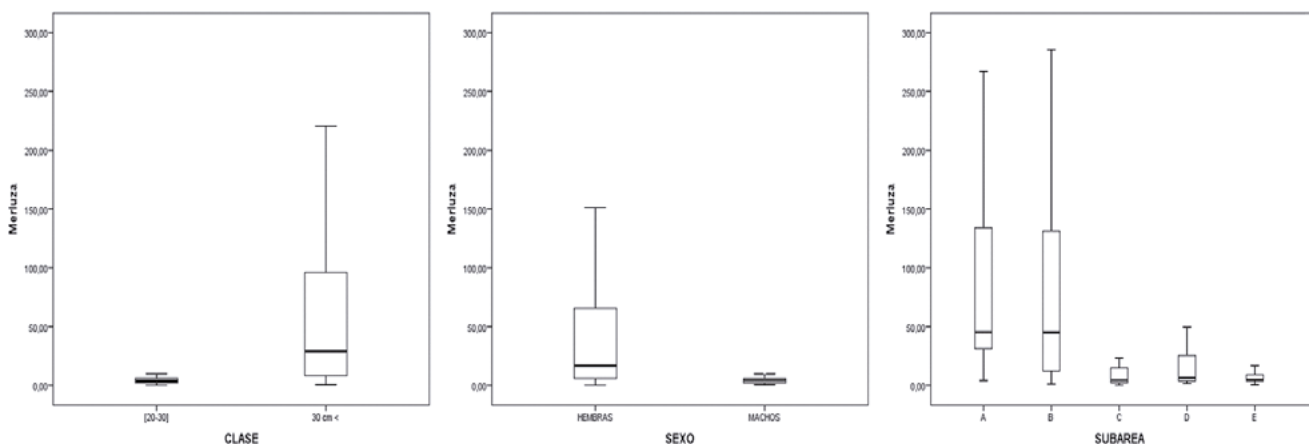


Figura 12.- Variación de la contribución en peso del canibalismo en la dieta de *Merluccius gayi peruanus* según intervalos de talla, sexo y subárea, Cr. 1205-06

Figure 12. Variation of the contribution in weight of cannibalism in the *Merluccius gayi peruanus* diet by size, sex, and sub-area intervals, Cr. 1205-06

4. DISCUSIÓN

La merluza peruana ha sido calificada como una "especie oportunista por excelencia" (FUENTES *et al.*, 1989) y en efecto, en este estudio se ha observado que se alimentó de especies que ocupan tanto el dominio pelágico como el bentónico.

Por otro lado, una de las características de la merluza es desplegar diferentes estrategias de alimentación durante su desarrollo hacia la etapa adulta; así, los individuos menores de 20 cm se alimentaron principalmente de eufáusidos, mientras que los mayores de 40 cm fueron principalmente caníbales, lo que concuerda con lo mencionado por FUENTES *et al.* (1989) quienes encontraron que los individuos juveniles filtran eufáusidos para alimentarse y cuando son adultos, engullen las presas tales como peces, camarones, langostinos y cefalópodos, respaldando la hipótesis de que la dieta de peces por lo general cambia, en asociación a cambios morfológicos que acompañan a su crecimiento, permitiéndole capturar presas de diferente tipo y tamaño como en efecto sucede en otras especies del género *Merluccius* en todo el mundo (CARPENTIERI *et al.*, 2005; MAHE *et al.*, 2007; CARTES *et al.*, 2009; BELLEGGIA *et al.*, 2014).

Con relación al canibalismo, este se manifestó principalmente en ejemplares de tallas mayores a 55 cm entre los años 1970 y 1980 (FUENTES *ob. cit.*) mientras que a fines de los años 1990 ejerce esta interacción desde los 13 cm (ÁLAMO y ESPINOZA, 1997; ESPINOZA, 2001; BLASKOVIC' y ESPINOZA, 2011). En nuestra investigación, se han observado ejemplares que ejercían canibalismo a partir de los 20 cm. Se han postulado algunas hipótesis para explicar por qué sucede el canibalismo; durante el otoño e invierno es intenso, debido a que entra en fase de reproducción y necesita mayor energía y al parecer, el canibalismo satisface esa necesidad (FUENTES *ob. cit.*); también se asocia con la menor disponibilidad de anchoveta como alimento (ÁLAMO y ESPINOZA, 1997) y, con el progresivo aumento en la concentración de merluzas por un desplazamiento de la población hacia la zona norte (ESPINOZA, 2001; GUEVARA-CARRASCO y WOSNITZA-MENDO, 2009).

Con relación al número de presas, se han presentado diferencias respecto al número y presencia de algunas de las presas encontradas durante el otoño de 2012 y los resultados que muestran los estudios realizados durante los años 1970 y 1980, en los cuales el número de presas fue mayor; además, durante esos periodos se registraron presas como

4. DISCUSSION

Peruvian hake has been qualified as an "opportunistic species par excellence" (FUENTES *et al.*, 1989) and indeed, it has been observed in this study that it fed on species that occupy both the pelagic and benthic domains.

One of the characteristics of hake is to deploy different feeding strategies during its development into adulthood; individuals under 20 cm were fed mainly on euphausiids, while over 40 cm were mainly cannibals, which is consistent with what was mentioned by FUENTES *et al.* (1989), who found that juvenile individuals filter euphausiids to feed and when they are adults, swallow prey such as fish, shrimp, prawns, and cephalopods, supporting the hypothesis that the diet of fish generally changes, in association with morphological changes that accompany their growth, allowing them to catch prey of different type and size as in effect happens in other species of the genus *Merluccius* throughout the world (CARPENTIERI *et al.*, 2005; MAHE *et al.*, 2007; CARTES *et al.*, 2009; BELLEGGIA *et al.*, 2014).

Between 1970 and 1980, cannibalism manifested itself mainly in specimens of sizes greater than 55 cm (FUENTES *et al.*, 1989) while in the late 1990s, it exerts this interaction from 13 cm (ÁLAMO & ESPINOZA, 1997; ESPINOZA, 2001; BLASKOVIC' & ESPINOZA, 2011). In our research, specimens that exercised cannibalism from 20 cm have been observed. Some hypotheses have been postulated to explain why cannibalism occurs; during autumn and winter it is intense, because it enters the reproduction phase and needs more energy and apparently cannibalism satisfies that need (FUENTES *et al.*, 1989); it is also associated with the lower availability of anchoveta as food (ÁLAMO & ESPINOZA, 1997) and, with the progressive increase in the concentration of Peruvian hake due to a displacement of the population towards the north (ESPINOZA, 2001; GUEVARA-CARRASCO & WOSNITZA-MENDO, 2009).

Regarding the number of prey, there have been differences with respect to the number and presence of some of the prey found in autumn 2012 and the results shown by the studies carried out during the 1970s and 1980s, in which the number of prey was higher; moreover, during these periods prey such as Peruvian barbel drum, Peruvian weakfish, andg Peruvian banded

bereche con barbo, cachema y suco (BLASKOVIC' y CASTILLO, 2006) que no fueron registradas durante el otoño de 2012.

Estos cambios en número y presencia de presas muestran que, en general, la dinámica de la alimentación ha venido presentando cambios progresivos desde finales de los años 1990, probablemente por un efecto combinado de la pesquería de arrastre industrial y artesanal así como por la componente ambiental (GUEVARA-CARRASCO y WOSNITZA-MENDO, 2009), cambios en el tiempo que evidencian que la merluza, como especie oportunista, ha utilizado siempre fuentes de alta energía acorde a su requerimiento energético, necesario para cumplir con su rol de gran depredador en el subsistema demersal.

Con relación al consumo de alimento, se ha calculado una ración diaria de 7,84 g/ind/día durante el otoño 2012, constituida por presas como la propia merluza (canibalismo) con 4,3 g/ind/día (54,85%), anchoveta 1,3 g/ind./día (16,57%) y eufáusidos 0,61 g/ind/día (7,78%). Este valor de la ración diaria de merluza es coincidente con lo calculado por ÁLAMO y ESPINOZA (1997) para el otoño de 1997 y por BLASKOVIC' y ESPINOZA (2011) para el otoño de 2004. Se evidencia la importante contribución del canibalismo que junto a la anchoveta y los eufáusidos fueron la base de la alimentación de la merluza durante el otoño de 2012.

5. CONCLUSIONES

La merluza en un depredador carnívoro generalista que preferentemente se alimentó de eufáusidos, anchoveta, múnida y merluza (canibalismo) durante el otoño de 2012.

El comportamiento caníbal de merluza se presentó a partir de los 20 cm de longitud total, sustentando gran parte de la alimentación en otoño de 2012.

croaker were recorded (BLASKOVIC' & CASTILLO, 2006), these species were not observed in autumn 2012.

These changes in the number and presence of prey show that, in general, the dynamics of feeding have been progressively changing since the late 1990s, probably due to a combined effect of industrial and artisanal trawl fisheries as well as the environmental component (GUEVARA-CARRASCO & WOSNITZA-MENDO, 2009), changes in time that show that Peruvian hake, as an opportunistic species, has always used high energy sources according to its energy requirement, necessary to fulfill its role as a large predator in the demersal subsystem.

Regarding feed consumption, a daily ration of 7.84 g/ind/day has been calculated for autumn 2012, consisting of prey such as hake itself (cannibalism) with 4.3 g/ind/day (54.85%), anchoveta 1.3 g/ind./day (16.57%), and euphausiids 0.61 g/ind/day (7.78%). This value of the daily hake ration coincides with what was calculated by ÁLAMO & ESPINOZA (1997) for autumn 1997 and by BLASKOVIC' & ESPINOZA (2011) for autumn 2004. There is evidence of the important contribution of cannibalism, which together with anchoveta and euphausiids were the basis of the Peruvian hake diet in autumn 2012.

5. CONCLUSIONS

Peruvian hake in a generalist carnivorous predator that preferably fed on euphausiids, anchoveta, squat lobster and hake (cannibalism) in autumn 2012.

The cannibal behavior of Peruvian hake was presented from specimens of 20 cm in total length, sustaining much of the feeding in autumn 2012.

REFERENCIAS / REFERENCES

- ÁLAMO A, ESPINOZA P. 1997. Espectro alimentario de la merluza peruana durante el otoño de 1997: Crucero BIC Humboldt 9705-06, Callao a Puerto Pizarro. Inf Inst Mar Perú. 128: 47 - 55.
- BELLEGGIA M, FIGUEROA D E, IRUSTA G, BREMEC C. 2014. Spatio temporal and ontogenetic changes in the diet of the Argentine hake *Merluccius hubbsi*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 94(8): 1701 - 1710.
- BERG J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). Mar. Biol. 50(3): 263 - 273.
- BLASKOVIC' V, CASTILLO D. 2006. Interannual dietary variability of Peruvian hake (*Merluccius gayi peruanus*), 1976-2005. In: Book of extended abstracts. pp. 186 - 187. International Conference The Humboldt Current System: climate, ocean dynamics, ecosystem processes, and fisheries. Lima, Peru (November 27th. December 1st. 2006).

- BLASKOVIC' V, ESPINOZA P. 2011. Dieta de la merluza peruana en el verano 2004. Crucero BIC Olaya 0401-02. Inf Inst Mar Perú. 38(3): 311 - 319.
- CARPENTIERI P, COLLOCA F, CARDINALE M, BELLUSCIO A, ARDIZZONE G D. 2005. Feeding habits of European hake (*Merluccius merluccius*) in the central Mediterranean Sea. Fishery Bulletin. 103: 411 - 416.
- CARTES J E, HIDALGO M, PAPIOL V, MASSUTI' E, MORANTA J. 2009. Changes in the diet and feeding of the hake *Merluccius merluccius* at the shelf-break of the Balearic Islands: influence of the mesopelagic boundary community. Deep-Sea Research I. 56: 344 - 365.
- CHIRICHIGNO N. 1970. Lista de crustáceos del Perú (Decapoda y Stomatopoda). Inf Inst Mar del Perú. 35: 93.
- CHIRICHIGNO N, CORNEJO M. 2001. Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Publicación especial Instituto del Mar del Perú. 314 pp.
- CHIRICHIGNO N, VÉLEZ J. 1998. Clave para identificar peces marinos del Perú (Segunda edición, revisada y actualizada). Publicación especial. Instituto del Mar del Perú. 496 pp.
- ESPINOZA P. 2001. Alimentación de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y sus fluctuaciones en el tiempo. En: Espino M, Samamé M, Castillo R (eds.) La merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) biología y pesquería. Documento de trabajo. pp. 50 - 54.
- FUENTES H, ANTONIETTI E, MUCK P. 1989. Alimentación de la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) de la zona de Paita. En: H. Jordán, R. Kelly, O. Mora, A. Ch. de Vildoso y N. Enríquez (Eds.). Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico sudeste. CPPS (Número Especial). Pp. 279 - 286.
- GUEVARA-CARRASCO R, WOSNITZA-MENDO C. 2009. Cambios en la productividad de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus* Ginsburg). Bol Inst Mar Perú. 24(1-2): 60.
- HYSLOP E J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. J. Fish. Biol. 17: 411 - 429.
- MAHE K, AMARA R, BRYCHAERT T, KACHER M, BRYLINSKI J M. 2007. Ontogenetic and spatial variation in the diet of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay and the Celtic Sea. ICES Journal of Marine Science. 64: 1210 - 1219.
- MÉNDEZ M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Bol Inst Mar Perú. 5: 170.
- MUCK P, ESPINO M, FUENTES H, WOSNITZA-MENDO C, ESQUERRE M. 1988. Predación de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) sobre la anchoveta (*Engraulis ringens*). En: H. Salzwedel y A. Landa (eds.). Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano. Bol Inst Mar Perú. Vol. Extraordinario: 249 - 253 pp.
- SANTANDER H, LUYO G, CARRASCO S, VÉLIZ M, SANDOVAL DE CASTILLO O. 1981. Catálogo de zooplancton en el mar peruano. Bol Inst Mar Perú. Vol. 6: 75.
- 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.