

# BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 1



Enero - Junio 2019  
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio  
de la Producción

# ECOLOGÍA TRÓFICA DE *Octopus mimus* Gould, 1852; *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835) Y *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) (CEPHALOPODA) DURANTE 2016

## TROPHIC ECOLOGY OF *Octopus mimus* Gould, 1852; *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835) AND *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) (CEPHALOPODA) IN 2016

Rosario Cisneros<sup>1</sup>

### RESUMEN

CISNEROS R. 2019. *Ecología trófica de Octopus mimus* Gould, 1852; *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835) y *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) (Cephalopoda) durante 2016. *Bol Inst Mar Perú*. 34(1): 165-197.- El pulpo (*O. mimus*), el calamar común (*D. gahi*) y el calamar gigante (*D. gigas*) son importantes recursos comerciales, de ahí el interés por el seguimiento de sus hábitos alimentarios. La investigación se desarrolló entre febrero y diciembre de 2016; las zonas de estudio para pulpo y calamar común fueron las islas frente a la bahía del Callao e Ilo; para el calamar gigante fueron Paita, Camaná y entre Talara y Malabrigo. Las presas dominantes fueron diferenciadas con los métodos de frecuencia de ocurrencia (%FO), numérico (%N) y gravimétrico (%P); se analizaron las tendencias del índice de repleción (IR) por sexo, desarrollo gonadal y estación. En Callao, las presas dominantes del pulpo fueron *Petrolisthes desmarestii*, *Cycloxanthops sexdecimdentatus*, *Pilumnoides perlatus*, *Synalpheus spinifrons*; en Ilo *P. perlatus*, *Cheilodactylus variegatus*, *S. spinifrons*. El calamar común se alimentó principalmente de teleósteos, crustáceos Panopeidae y poliquetos Nereidae. El calamar gigante de la zona norte (Paita) consumió *Vinciguerria lucetia*, cefalópodos indeterminados y múnida *Pleuroncodes monodon*; en el sur (Camaná) predominaron *P. monodon* y cefalópodos Chiroteuthidae; entre Talara y Malabrigo las presas dominantes fueron *Nyctiphanes simplex*, cefalópodos indeterminados y *Cetengraulis mysticetus*. Las tendencias del IR fueron variables en algunos casos, y se observó la influencia del evento El Niño 2015-2016 sobre el comportamiento alimentario.

PALABRAS CLAVE: cefalópodos, contenido gástrico, presas, espectro trófico

### ABSTRACT

CISNEROS R. 2019. *Trophic ecology of Octopus mimus* Gould, 1852; *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835) and *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) (Cephalopoda) in 2016. *Bol Inst Mar Peru*. 34(1): 165-197.- *Octopus* (*O. mimus*), common squid (*D. gahi*), and jumbo flying squid (*D. gigas*) are important commercial resources, hence the interest in monitoring their feeding habits by analyzing their stomach contents between February and December 2016. *Octopus* and Patagonian squid were fished in Callao Bay and Ilo, while the jumbo flying squid was caught in Paita, Camaná, and the area between Talara and Malabrigo. The dominant prey items were determined by the frequency of occurrence (%FO), numeric (%N) and gravimetric (%W) methods; besides fullness weight index (FWI) by sex, gonad and seasonal development. In octopus from Callao, the most important prey was *Petrolisthes desmarestii*, *Cycloxanthops sexdecimdentatus*, *Pilumnoides perlatus*, *Synalpheus spinifrons*; in Ilo *P. perlatus*, *Cheilodactylus variegatus*, and *S. spinifrons*. In Patagonian squid, the most important prey was indeterminate fish, crustacean Panopeidae, and polychaetes Nereidae. In jumbo flying squid from North (Paita), the most important prey were *Vinciguerria lucetia*, indeterminate squids, *Pleuroncodes monodon*; in the south (Camaná) were *P. monodon*, Chiroteuthidae cephalopods, and between Talara and Malabrigo, the dominant prey were *Nyctiphanes simplex*, indeterminate squids, and *Cetengraulis mysticetus*. The FWI tendencies were variable in some cases; in addition, the influence of the El Niño 2015-2016 on the feeding behavior was observed.

KEYWORDS: cephalopods, gastric contents, prey, trophic spectrum

## 1. INTRODUCCIÓN

El número de especies de cefalópodos comerciales que se pescan en el mundo sigue aumentando de manera significativa, como resultado de la creciente demanda del mercado y la expansión hacia nuevas zonas de pesca, lo cual genera preocupación con relación a la sobreexplotación (JEREB et al. 2016). En nuestro medio los cefalópodos *Octopus mimus* (Gould,

## 1. INTRODUCTION

The number of commercial cephalopod species that are fished worldwide continues to significantly increase as a result of growing market demand and expansion into new fishing grounds, which raises concerns about overexploitation (JEREB et al. 2016). In our environment, the cephalopods *Octopus mimus* (Gould, 1852), *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny,

<sup>1</sup> IMARPE, DGIRDL, Área Funcional de Investigaciones en Peces Demersales, Bentónicos y Litorales, Laboratorio de Ecología trófica, rcisneros@imarpe.gob.pe

1852), *Doryteuthis gahi* (d'Orbigny, 1835) y *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) son recursos importantes de la pesquería artesanal.

El pulpo *O. mimus* se distribuye en el Pacífico sudeste, desde el norte de Perú a Valparaíso, Chile. *Habita profundidades que varían de 0 a 30 m en el intermareal rocoso* (ARKHIPKIN *et al.* 2013). *Las especies del género Octopus se alimentan principalmente de crustáceos y moluscos, así como de otros invertebrados y peces* (GRISLEY *et al.* 1996) y se les caracteriza como depredadores generalistas (HANLON y FORSYTHE 2008, LEITE *et al.* 2009, IBÁÑEZ *et al.* 2009, BOUTH *et al.* 2011).

Los calamares son los cefalópodos más abundantes, *que habitan desde aguas costeras (Loliginidae) hasta aguas profundas abisales (Mastigoteuthidae, Cranchiidae y otros)* (ARKHIPKIN *et al.* 2013). Como otros cefalópodos, desempeñan un papel importante en los ecosistemas marinos costeros de todo el mundo, representando un vínculo significativo en las redes alimentarias como consumidores de invertebrados, pequeños peces y otros calamares, así como presas de algunos peces, aves, mamíferos marinos y otros depredadores grandes (GASALLA *et al.* 2010, HASTIE *et al.* 2009, BOYLE y RODHOUSE 2005, QUETGLAS *et al.* 1999, RASERO *et al.* 1996). El conocimiento de las interacciones tróficas en calamares es básico para la comprensión de su función ecológica, en este sentido el análisis del contenido estomacal ha demostrado el importante papel que estos desempeñan como depredadores que ocupan altos niveles (QUETGLAS *et al.* 1999).

*El calamar común Doryteuthis gahi se distribuye desde Perú en el Pacífico hasta Argentina y las Islas Malvinas en el Atlántico. Además, entre los loliginidos, es la especie de aguas más frías y uno de los recursos pesqueros comerciales más importantes en el Atlántico sudoccidental* (ARKHIPKIN *et al.* 2013). *La dieta de esta especie ha sido poco estudiada; sin embargo, algunos análisis muestran que puede alimentarse de eufáusidos, además de sus congéneres* (ROSAS *et al.* 2014).

El calamar gigante *Dosidicus gigas* es el cefalópodo más grande y abundante que habita en el Pacífico este, se distribuye desde California (37°N) hasta el sur de Chile (47°S), observándose las zonas de mayor aglomeración frente a las costas de Perú y México. Son depredadores de gran variedad de especies, incluyendo congéneres y tienen

1835), and *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) are important resources of the artisanal fisheries.

The octopus *O. mimus* is distributed in the southeastern Pacific, from northern Peru to Valparaíso, Chile. *It inhabits depths ranging from 0 to 30 m in the rocky intertidal* (ARKHIPKIN *et al.* 2013). *Species of the genus Octopus feed mainly on crustaceans and mollusks, as well as other invertebrates and fish* (GRISLEY *et al.* 1996) and are characterized as generalist predators (HANLON & FORSYTHE 2008, LEITE *et al.* 2009, IBÁÑEZ *et al.* 2009, BOUTH *et al.* 2011).

Squids are the most abundant cephalopods, *which inhabit from coastal waters (Loliginidae) to deep abyssal waters (Mastigoteuthidae, Cranchiidae, among others)* (ARKHIPKIN *et al.* 2013). As well as other cephalopods, they play an important role in coastal marine ecosystems worldwide, being a significant link in food cycles as consumers of invertebrates, small fish, and other squids, as well as prey to some fish, birds, marine mammals, and other large predators (GASALLA *et al.* 2010, HASTIE *et al.* 2009, BOYLE & RODHOUSE 2005, QUETGLAS *et al.* 1999, RASERO *et al.* 1996). Knowledge about trophic interactions in squid is basic to the understanding of their ecological function, in this regard, the analysis of stomach contents has demonstrated the important role they play as predators that occupy high levels (QUETGLAS *et al.* 1999).

*The common squid Doryteuthis gahi is distributed from Peru in the Pacific to Argentina and the Malvinas Islands (Falkland Islands) in the Atlantic. In addition, among the loliginids, it is the coldest water species and one of the most important commercial fishery resources in the southwest Atlantic* (ARKHIPKIN *et al.* 2013). *The diet of this species has been little studied; however, some analyses show that it can feed on euphausiids as well as its congeners* (ROSAS *et al.* 2014).

The jumbo flying squid *Dosidicus gigas* is the largest and most abundant cephalopod inhabiting the eastern Pacific, which is distributed from California (37°N) to southern Chile (47°S) and its greatest agglomeration areas are located off the Peruvian and Mexican coasts. They are predators of a great variety of species, including congeners, and have

gran importancia en la estructura trófica de los ecosistemas que habitan (MARKAIDA y SOSA-NISHIZAKI 2003, ALEGRE *et al.* 2014, ARGÜELLES *et al.* 2012).

En aguas peruanas, los estudios referidos a la dieta de pulpo y calamar común son escasos, por ello en este informe se describe el efecto estacional, así como el sexo y estadio de madurez gonadal y su estrategia de forrajeo. Así mismo, aunque en Perú hay estudios sobre la alimentación del calamar gigante, este trabajo presenta datos de monitoreos efectuados en las zonas norte y sur, así como de cruceros de investigación, para mantener actualizado el conocimiento sobre este aspecto biológico específico.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### OBTENCIÓN DE MUESTRAS

#### Pulpo y calamar común

Los ejemplares de pulpo fueron obtenidos entre febrero y diciembre y los de calamar común entre febrero y noviembre, ambos en 2016, en el marco del programa de seguimiento de pesquería que realiza el Instituto del Mar del Perú.

En el Callao la captura del pulpo se realizó con embarcaciones pesqueras artesanales que operan en las islas frente a la bahía (Fig. 1), utilizando el buceo autónomo. En Ilo, en las zonas de Punta Coles, Escoria, Pocoma y Picata (abril 2016), se capturaron 81 ejemplares durante un monitoreo efectuado por el Laboratorio Costero de IMARPE en Ilo.

En total se analizaron 796 y 1151 contenidos gástricos de pulpo y calamar común, respectivamente.

#### Calamar gigante

##### Proyecto: Monitoreo biológico-pesquero del calamar gigante

En el marco del proyecto "Monitoreo biológico-pesquero del calamar gigante a bordo de la flota artesanal, en las principales áreas de extracción de la costa peruana", los Laboratorios Costeros de IMARPE de las Sedes Paita (213) y Camaná (50) efectuaron prospecciones en las localidades de Matarani, La Planchada, Yerba Buena, Vila Vila, Ilo, Pocoma, Punta Bombón, Punta Corio, Quilca y La Chira.

great importance in the trophic structure of the ecosystems that inhabit them (MARKAIDA & SOSA-NISHIZAKI 2003, ALEGRE *et al.* 2014, ARGÜELLES *et al.* 2012).

In Peruvian waters, dietary studies of octopus and squid are scarce, so this report describes the seasonal effect, as well as the sex and gonadal maturity stage and their foraging strategy. Likewise, although in Peru there are studies on the feeding of the jumbo flying squid, this work presents data from monitoring carried out in the north and south, as well as from research cruises, to keep updated the knowledge on this specific biological aspect.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### SAMPLE COLLECTION

#### Octopus and Common squid

Octopus' specimens were obtained between February and December, and common squid's specimens were collected between February and November, both in 2016, within the framework of the fishery monitoring program carried out by the Instituto del Mar del Perú (Alternative: Peruvian Marine Research Institute).

In Callao, the octopus was caught by artisanal fishing vessels that operate on the islands off the bay (Fig. 1), by means of scuba diving. In Ilo, in the areas of Punta Coles, Escoria, Pocoma, and Picata (April 2016), a total of 81 specimens were caught during monitoring carried out by the IMARPE's Coastal Laboratory of Ilo.

A total of 796 and 1151 gastric contents of octopus and common squid, respectively, were analyzed.

#### Jumbo flying squid

##### Project: Biological-Fisheries Monitoring of Jumbo Flying Squid

As part of the project "Biological-fisheries monitoring of jumbo flying squid on board the artisanal fleet, in the main extraction areas of the Peruvian coast", the IMARPE's Coastal Laboratories in Paita (213) and Camaná (50) conducted prospectings in the towns of Matarani, La Planchada, Yerba Buena, Vila Vila, Ilo, Pocoma, Punta Bombón, Punta Corio, Quilca, and La Chira.

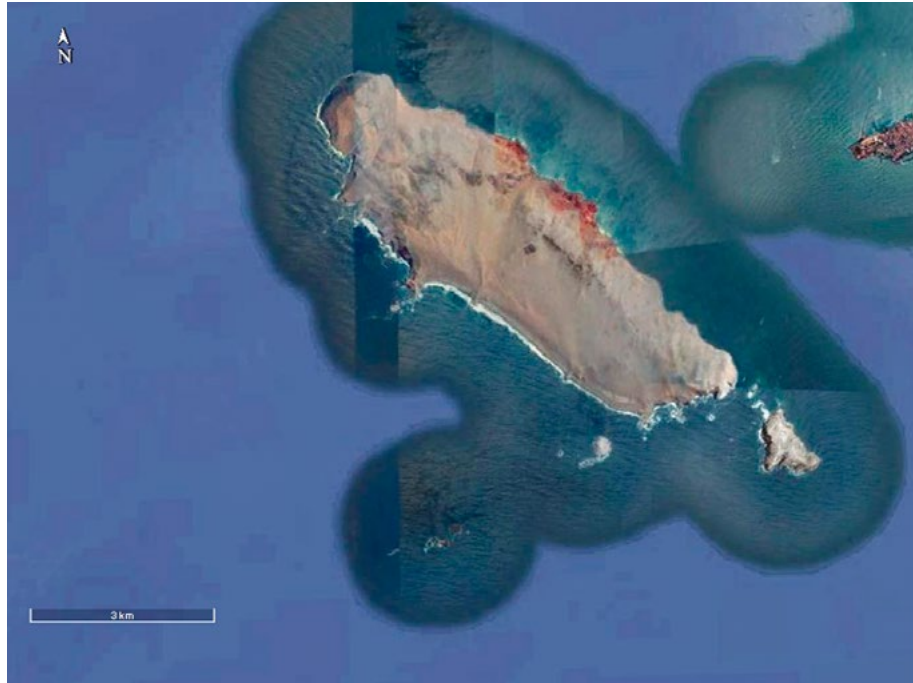


Figura 1.- Mapa de la bahía del Callao e islas en las cuales se realiza la captura comercial de *Octopus mimus* y *Doryteuthis gahi* (Fuente: Google Earth)

Figure 1. Map of the Callao Bay and islands on which the commercial extraction of *Octopus mimus* and *Doryteuthis gahi* takes place (Source: Google Earth)

Se realizaron cinco prospecciones en los meses de mayo (Prospección I), agosto (Prospección II) y diciembre (Prospección III). Se analizaron 263 estómagos, los que fueron rotulados, congelados y enviados a la Sede Central para su análisis.

#### **Crucero de Evaluación de calamar gigante, BIC Flores 1606-07**

Se capturaron ejemplares con pinta entre 5 y 100 mn de distancia a la costa entre Talara y Malabrigo (Fig. 2). Los estómagos de 143 ejemplares fueron rotulados y congelados para ser trasladados al Laboratorio de Ecología Trófica para su análisis respectivo.

#### **Muestreo biométrico y biológico**

En todos los casos se contaron con datos de los muestreos biométricos y biológicos, tales como longitud dorsal del manto (LM, mm), peso total (PT, g), sexo y estadio de madurez gonadal.

Para determinar la madurez gonadal en pulpo se empleó la escala de NACARINO (1997); en calamar común la escala determinada por BOYLE y NGOILE (1993) para *Loligo forbesi* y en calamar gigante la establecida por SÁNCHEZ (2011).

There were five prospecting in May (Prospecting I), August (Prospecting II) and December (Prospecting III). A total of 263 stomachs were analyzed, labeled, frozen and sent to Headquarters for analysis.

#### **Jumbo Flying Squid Assessment Cruise R/V Flores 1606-07**

Some specimens were caught with handlines between 5 and 100 nm from the coast between Talara and Malabrigo (Fig. 2). The stomachs of 143 specimens were labeled and frozen to be transferred to the Trophic Ecology Laboratory for their respective analysis.

#### **Biometric and biological sampling**

In all cases, biometric and biological sampling data were available, such as mantle dorsal length (ML, mm), total weight (TW, g), sex, and gonadal maturity stage.

We used the NACARINO'S scale (1997) to determine the gonadal maturity in octopus; in common squid, the scale determined by BOYLE & NGOILE (1993) for *Loligo forbesi* was used, and in jumbo flying squid, the one established by SÁNCHEZ (2011) was applied.

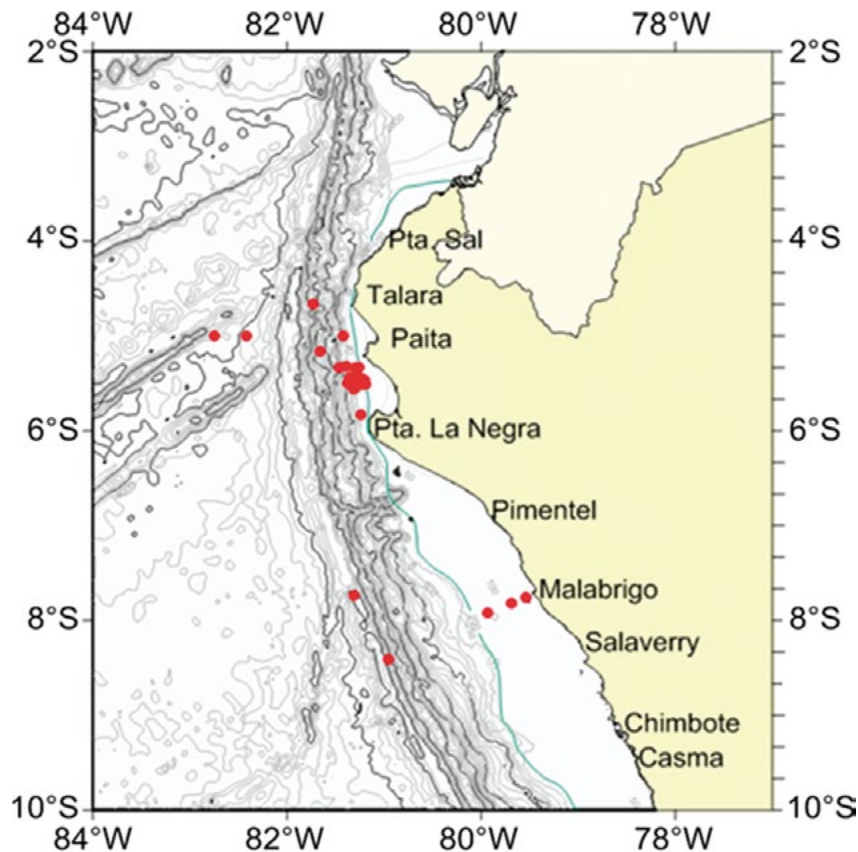


Figura 2.- Mapa con las áreas de captura de *D. gigas*, durante el crucero BIC Flores 1606-07 (Mapa proporcionado por el AFIIMM)

Figure 2. Map with the catch areas of *D. gigas*, during the cruise R/V Flores 1606-07 (Map provided by AFIIMM)

### Tratamiento del contenido estomacal e identificación de presas

El contenido gástrico de cada estómago fue filtrado y lavado utilizando una malla de 500  $\mu$ . El peso húmedo de las presas fue registrado con una balanza electrónica con precisión al  $\pm 0,01$  g.

Las presas fueron reconocidas al mínimo nivel taxonómico posible, utilizando literatura especializada para crustáceos (MÉNDEZ 1981), picos de cefalópodos (XAVIER y CHEREL 2009) y otolitos de peces (GARCÍA-GODOS 2001). Se tomó en cuenta la presencia de partes duras como exoesqueletos, apéndices, otolitos y mandíbulas, a partir de los cuales se llegó a reconocer las presas comparando con el material patrón disponible en el Laboratorio de Ecología Trófica del IMARPE. La materia orgánica no identificada (MONI) fue el alimento en estado de digestión avanzada, el cual no pudo agruparse con los ítems "presa determinados".

### Treatment of stomach contents and identification of prey

The gastric contents of each stomach were filtered and washed using a 500  $\mu$  mesh. The wet weight of the prey was recorded with an electronic scale with an accuracy of  $\pm 0.01$  g.

The prey was recognized at the lowest possible taxonomic level, by using specialized literature for crustaceans (MÉNDEZ 1981), cephalopod beaks (XAVIER & CHEREL 2009), and fish otoliths (GARCÍA-GODOS 2001). The presence of hard parts such as exoskeletons, appendages, otoliths, and jaws was taken into account, from which the prey was recognized through comparison with the standard material available in the IMARPE's Trophic Ecology Laboratory. Non-identified organic matter (NIOM) was food in an advanced state of digestion, which could not be grouped with the "prey determined" items.

### Composición trófica de la dieta

Para cuantificar la dieta se utilizaron los métodos de frecuencia de ocurrencia (%FO), numérico (%N) y gravimétrico (%P), de acuerdo a HYSLOP (1980).

La frecuencia de ocurrencia relativa (%FO) se calculó utilizando la siguiente expresión:

$$\%FO = E_i / E_T \times 100$$

Donde:  $E_i$  = Número de estómagos con la presa  $i$ ;  $E_T$  = Número total de estómagos con alimento.

El método numérico, expresado como el número de individuos por cada categoría alimenticia se calculó empleando la expresión:

$$N (\%) = N_i / N_p \times 100$$

Donde:  $N_i$  = Número total de representantes de la presa  $i$ ;  $N_p$  = Número total de individuos de todas las presas consumidas.

El nivel taxonómico de las presas fue condicionado por el grado de digestión y debido a esto en algunos casos no se pudo calcular el número de individuos por cada categoría alimenticia.

Se calculó el porcentaje del peso de cada categoría alimenticia frente al peso total de todos los ítems presa, de acuerdo a la siguiente relación:

$$\%P = P_i / P_T \times 100$$

Donde:  $P_i$  = Peso de todos los individuos de la presa  $i$ ;  $P_T$  = Peso de los individuos del total de las presas.

Se determinó el índice de repleción o llenura (IR) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$IR = (PCE) \times 100 / (PT - PCE)$$

Donde: PCE = Peso del contenido estomacal, PT = Peso total individual (MARKAIDA y SOSA-NISHIZAKI 2003).

Para ilustrar la composición de la dieta se utilizaron gráficos mostrando %N, %P y %FO y para graficar la distribución del IR se utilizó el diagrama de caja (*box-plot*).

### Trophic composition of the diet

The methods used to quantify the diet were the frequency of occurrence (%FO), numerical (%N) and gravimetric (%P), based on HYSLOP (1980).

The relative frequency of occurrence (%FO) was calculated with the following formula:

$$\%FO = E_i / E_T \times 100$$

Where:  $E_i$  = Number of stomachs with prey  $i$ ;  $E_T$  = Total number of stomachs with food.

The numerical method, expressed as the number of individuals per food category, was calculated by using the formula:

$$N (\%) = N_i / N_p \times 100$$

Where:  $N_i$  = Total number of representatives of prey  $i$ ;  $N_p$  = Total number of individuals of all prey consumed.

The taxonomic level of the prey was conditioned by the degree of digestion and, in some cases, it was not possible to estimate the number of individuals per food category.

The percentage of the weight of each food category in relation to the total weight of all the prey items was calculated according to the following formula:

$$\%P = P_i / P_T \times 100$$

Where:  $P_i$  = Weight of all prey individuals  $i$ ;  $P_T$  = Total weight of prey individuals.

The fullness weight index (FWI) was determined according to the following formula:

$$FWI = (PCE) \times 100 / (PT - PCE)$$

Where: PCE = Weight of stomach contents, PT = Individual total weight (MARKAIDA & SOSA-NISHIZAKI 2003).

For illustrating the composition of the diet, graphs showing %N, %P and %FO were used and for graphing the FWI distribution the box-plot diagram was employed.

### Análisis estadístico

Los datos fueron agrupados por estaciones, sexos y estadios de madurez gonadal. La prueba no paramétrica U de Mann-Whitney fue empleada para determinar diferencias entre el IR de machos y hembras, en algunos casos. La prueba de Kruskal-Wallis se aplicó para evaluar diferencias entre IR estacional y por fases de madurez gonadal en machos y hembras. En ambas pruebas, el nivel de significación fue  $\alpha = 0,05$ . El análisis de los datos, las pruebas estadísticas y gráficos fueron realizados utilizando el programa SPSS v.21.

## 3. RESULTADOS

### Pulpo, Callao

Se analizaron 796 contenidos gástricos, de los cuales 341 presentaron contenido estomacal (38% hembras, 62% machos). Las tallas de los ejemplares variaron entre 81 y 204 mm de longitud de manto (LM), peso total entre 189 y 2101 g.

**Descripción general de la dieta.-** La mayor parte del contenido estomacal se encontró triturado por acción de las mandíbulas, lo cual es común en cefalópodos; sin embargo, algunas estructuras duras de las presas no fueron muy afectadas y ayudó a la asignación taxonómica respectiva.

Se identificaron 47 ítems presa, pertenecientes a los grupos Decapoda, Polychaeta, Cephalopoda, Bivalvia, Gastropoda y Teleostei (Tabla 1). Los crustáceos Decapoda fueron las presas que destacaron en %FO, %P y %N (Fig. 3).

### Statistical analysis

Data were grouped by seasons, sexes and gonadal maturity stages. The non-parametric Mann-Whitney U test was used to determine differences between the FWI of males and females, in some cases. The Kruskal-Wallis test was applied to assess the differences between seasonal FWI and gonadal maturity stages in males and females. In both tests, the significance level was  $\alpha = 0.05$ . Data analysis, statistical and graphical tests were performed by using SPSS v.21 software.

## 3. RESULTS

### Octopus, Callao

A total of 796 gastric contents were analyzed, including 341 that presented stomach contents (38% females, 62% males). The sizes of the specimens varied between 81 and 204 mm in mantle length (ML); total weight was between 189 and 2,101 g.

**Diet overview.-** Most of the stomach contents were found crushed by the action of the jaws, which is common in cephalopods; however, some hard prey structures were not very affected and contributed to the respective taxonomic assignment.

A total of 47 prey items, belonging to the groups Decapoda, Polychaeta, Cephalopoda, Bivalvia, Gastropoda, and Teleostei were identified (Table 1). The Decapoda crustaceans were the prey that stood out in %FO, %P, and %N (Fig. 3).

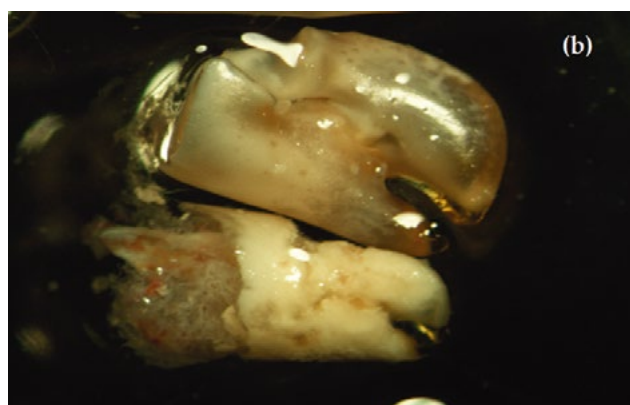


Figura 3.- Apéndices de los Decapoda (Alpheidae) *Alpheus chilensis* (a) y *Synalpheus spinifrons* (b) encontrados en el contenido gástrico de *O. mimus*. Callao, 2016

Figure 3. Appendages of the Decapoda (Alpheidae) *Alpheus chilensis* (a) and *Synalpheus spinifrons* (b) found in the gastric contents of *O. mimus*. Callao, 2016



En verano destacaron el cangrejo de roca *Petrolisthes desmarestii* (Guérin) (%FO= 53,75; %N= 26,79; %P= 35), el Xanthidae *Cycloxanthops sexdecimdentatus* (H. Milne Edwards y Lucas) (%FO= 41;25, %N= 35,27; %P= 15,64), el camarón pistolero *Synalpheus spinifrons* (H. Milne Edwards) (%FO= 22,50; %N= 12,50; %P= 9,14), entre otras presas.

En otoño las presas principales fueron *S. spinifrons* (%FO= 43,40; %N= 24,41; %P= 14,82), *P. desmarestii* (%FO= 31,13; %N= 16,63; %P= 11,54), *C. sexdecimdentatus* (%FO= 27,36; %N= 17,28; %P= 6,54), entre otros.

En invierno predominaron *C. sexdecimdentatus* (%FO= 20; %N= 9,38; %P= 8,39), *Eurypanopeus* sp. (%FO= 18,57; %N= 21,88; %P= 7,04) así como el bivalvo *Semele* sp., que aunque en menor abundancia, presentó un peso relativamente alto (%FO= 12,86; %N= 7,03; %P= 23), también se observó el cangrejo Alphidae (*Alpheus inca* Wicksten & Méndez) pero en menor proporción que en las otras estaciones.

En primavera, la dieta se caracterizó por la presencia del Xanthidae *Pilumnoides perlatus* (Poeppig) (%FO= 24,71; %N= 11,06; %P= 7,71) seguido de *P. desmarestii* (%FO= 12,94; %N= 5,53; %P= 6,64), entre otras presas que se presentaron con menor representatividad (Fig. 4).

In summer, the porcelain crab *Petrolisthes desmarestii* (Guérin) (%FO= 53.75, %N= 26.79, %P= 35), the Xanthidae *Cycloxanthops sexdecimdentatus* (H. Milne Edwards & Lucas) (%FO= 41.25, %N= 35.27, %P= 15.64), the snapping shrimp *Synalpheus spinifrons* (H. Milne Edwards) (%FO= 22.50; %N= 12.50, %P= 9.14), stood out among other prey.

In autumn, the main prey were *S. spinifrons* (%FO= 43.40, %N= 24.41, %P= 14.82), *P. desmarestii* (%FO= 31.13, %N= 16.63, %P= 11.54), *C. sexdecimdentatus* (%FO= 27.36, %N= 17.28, %P= 6.54), among others.

In winter, *C. sexdecimdentatus* (%FO= 20, %N= 9.38, %P= 8.39) and *Eurypanopeus* sp. (%FO= 18.57, %N= 21.88, %P= 7.04) predominated; as well as the bivalve *Semele* sp., that although in less abundance, presented a relatively high weight (%FO= 12.86, %N= 7.03, %P= 23), the crab Alphidae (*Alpheus inca* Wicksten & Méndez) was also observed but in less proportion than in the other seasons.

In spring, the diet was characterized by the presence of the Xanthidae *Pilumnoides perlatus* (Poeppig) (%FO= 24.71, %N= 11.06, %P= 7.71) followed by *P. desmarestii* (%FO= 12.94, %N= 5.53, %P= 6.64), among other prey that occurred with less representation (Fig. 4).

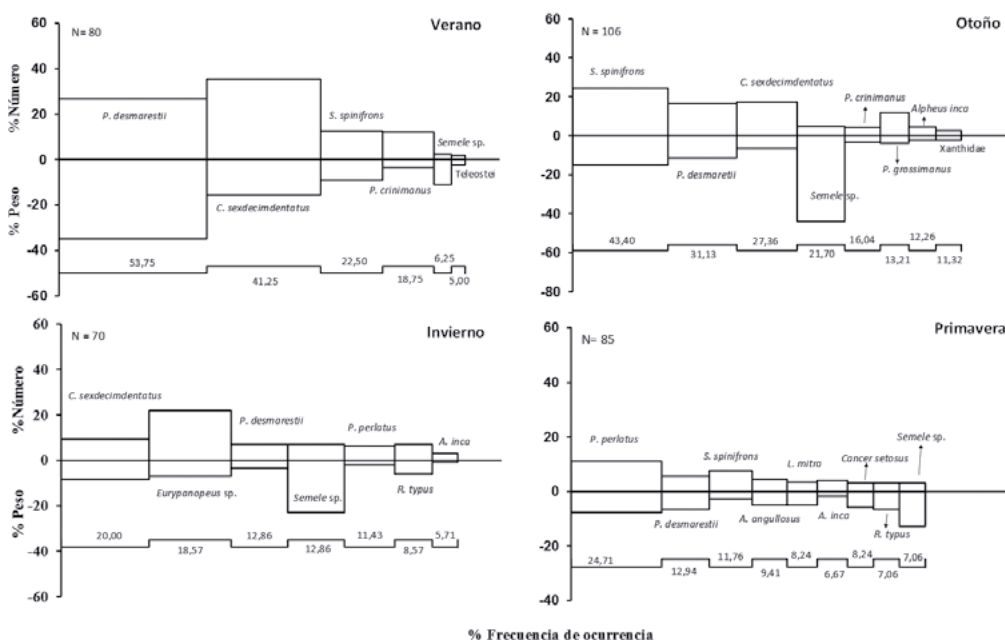


Figura 4.- Composición de la dieta de *O. mimus* según número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) según estaciones. Callao, 2016

Figure 4. Diet composition of *O. mimus* based on number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) by season. Callao, 2016

Tabla 1.- Composición en Peso (%P), Frecuencia de ocurrencia (%FO) y Número (%N) y por ítem-presa, en el contenido estomacal de *O. mimus*. Callao 2016Table 1. Composition in Weight (%P), Frequency of occurrence (%FO) and Number (%N) and by item-prey, in the stomach content of *O. mimus*. Callao 2016

Item presa	VERANO			OTOÑO			INVIERNO			PRIMAVERA		
	%FO	%N	%P	%FO	%N	%P	%FO	%N	%P	%FO	%N	%P
<b>CRUSTACEA</b>												
<b>DECAPODA</b>												
Decapoda n/i.	1,25	0,45	0,72	4,72	1,08	0,36	8,57	4,69	4,01	9,41	6,53	3,35
<b>Porcellanidae</b>												
<i>Petrolisthes desmarestii</i>	53,75	26,79	35,04	31,13	16,63	11,54	12,86	7,03	3,48	12,94	5,53	6,64
<i>Pachycheles crinimanus</i>	18,75	12,05	3,58	16,04	4,32	3,35	4,29	3,91	0,67	3,53	1,51	0,70
<i>Liopetrolisthes mitra</i>	1,25	0,45	0,47				1,43	0,78	0,42	8,24	3,52	5,04
<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	1,25	0,45	0,55				4,29	10,16	5,44	9,41	4,52	4,99
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>										2,35	1,01	1,42
<i>Allopetrolisthes</i> sp.										1,18	0,50	0,05
<i>Pachycheles grossimanus</i>				13,21	11,88	3,79						
<i>Petrolisthes granulatus</i>				0,94	0,22	0,19						
Porcellanidae n/i										1,18	0,50	0,12
<b>Xanthidae</b>												
<i>Cycloxanthops sexdecimdentatus</i>	41,25	35,27	15,64	27,36	17,28	6,54	20,00	9,38	8,39	4,71	2,01	0,70
<i>Paraxanthus barbiger</i>				4,72	1,94	1,19				2,35	1,01	1,12
Xanthidae n/i.	3,75	1,34	0,41	11,32	2,59	2,22				12,94	5,53	2,72
<b>Panopeidae</b>												
<i>Eurypanopeus</i> sp.				3,77	1,73	0,48	18,57	21,88	7,04			
<b>Pilumnoididae</b>												
<i>Pilumnoides perlatus</i>				5,66	1,94	0,75	11,43	6,25	2,16	24,71	11,06	7,71
<b>Cancriidae</b>												
Cancriidae n/i							1,43	0,78	0,23	1,18	0,50	0,80
<i>Romaleon setosum</i>										7,06	3,02	5,85
<b>Alpheidae</b>												
<i>Synalpheus spinifrons</i>	22,50	12,50	9,14	43,40	24,41	14,82	4,29	2,34	0,49	11,76	7,54	2,79
<i>Alpheus inca</i>	2,50	0,89	0,23	12,26	4,54	2,06	5,71	3,13	0,86	8,24	4,02	1,76
<i>Alpheus chilensis</i>				6,60	2,38	0,72				2,35	2,51	1,00
<i>Athanas nitescens</i>										2,35	2,01	1,46
Alpheidae n/i							2,86	0,78	3,38	1,18	0,50	5,50
<b>Rhynchocinetidae</b>												
<i>Rhynchocinetes typus</i>	2,50	0,89	1,45	0,94	0,22	0,19	8,57	7,03	6,00	7,06	3,02	6,60
<b>Paguridae</b>												
<i>Pagurus edwardsii</i>	2,50	0,89	0,18	3,77	0,86	0,31	4,29	2,34	0,46	2,35	1,01	0,25
<i>Pagurus perlatus</i>	1,25	0,45	0,18				1,43	0,78	1,50	2,35	3,02	0,87
<i>Pagurus villosus</i>							1,43	0,78	7,37			
Paguridae n/i	2,50	0,89	1,12									
<b>Diogenidae</b>												
<i>Pagurus arcuatus</i>							1,43	0,78	0,77			
<b>Sergestidae</b>												
Sergestidae n/i							1,43	2,34	3,81			
Huevos de decapoda	1,25	0,45	10,18							3,53	0,00	6,95
<b>POLYCHAETA</b>												
Nereidae				0,943	0,22	0,027						
<b>MOLLUSCA</b>												
<b>BIVALVIA</b>												
Bivalvia n/i				0,94	0,22	0,46	2,86	1,56	2,20	1,18	0,50	0,05
<b>Semelidae</b>												
<i>Semele</i> sp.	6,25	2,23	10,99	21,70	4,97	44,02	12,86	7,03	23,00	7,06	3,02	12,80
<b>Pectinidae</b>												
<i>Argopecten purpuratus</i>							1,43	0,78	9,11			
<b>Mytilidae</b>												
Mytilidae n/i										7,06	22,61	0,24
<b>GASTROPODA</b>												
Gastropoda n/i							2,86	1,56	2,60	1,18	0,00	4,37
<b>Muricidae</b>												
<i>Thaisella chocolata</i>	1,25	0,45	3,67	1,89	0,43	4,72						
<b>Trochidae</b>												
Trochidae n/i							1,43	0,78	0,09			
<b>CEPHALOPODA</b>												
Cephalopoda n/i	1,25	0,89	1,27	1,89	0,43	0,66	1,43	0,78	0,19	1,18	0,50	3,86
Huevos de Cephalopoda										1,18	0,00	0,04
<b>Octopodidae</b>												
<i>Octopus mimus</i>	1,25	0,45	2,31	1,89	0,43	0,58	4,29	2,34	6,32	2,35	1,01	6,28
<b>ACTINOPTERYGII</b>												
<b>TELEOSTEI</b>												
Teleostei n/i	5,00	1,79	2,29	1,89	0,43	0,62				2,35	1,01	2,18
<b>Engraulidae</b>												
<i>Anchoa nasus</i>				0,94	0,22	0,27						
<i>Engraulis ringens</i>				0,94	0,22	0,04						
Huevos de Engraulidae	1,25	0,45	0,58									
<b>Serranidae</b>												
<i>Paralabrax humeralis</i>										2,35	1,01	0,87
MONI (mat. org. no id.)				1,887	0,43	0,069				2,35	0,00	0,92

**Índice de repleción por sexos, estadios de madurez gonadal y estación.-** Se muestra la distribución del IR (*box-plot*) para los diferentes estadios de desarrollo gonadal en machos (I inmaduro, II madurez, III desovante, IV desovado) y hembras (I inmaduro, II en desarrollo, III madurante, IV madurez). En las hembras los valores promedio de IR variaron entre  $0,12 \pm 0,09$  (maduras) y  $0,21 \pm 0,22$  (inmaduras) en machos entre  $0,1 \pm 0,07$  (inmaduro) y  $0,29 \pm 0,42$  (maduros) (Tabla 2, Fig. 5).

De acuerdo al análisis estadístico no hubo diferencias en el IR en las hembras (Kruskal-Wallis, chi-cuadrado= 2,98, p= 0,40) y machos (Kruskal-Wallis, chi-cuadrado= 1,70, p= 0,64), según estadios de madurez gonadal.

El IR promedio estacional varió entre  $0,20 \pm 0,29$  (verano) y  $0,24 \pm 0,38$  (invierno). Estadísticamente no hubo diferencias en el IR por estaciones (Kruskal-Wallis-test, chi-cuadrado= 0,011, p= 1,00) (Fig. 6).

**Fullness weight index by sexes, gonadal maturity stages, and season.-** The distribution of the FWI (*box-plot*) is shown for the different gonadal development stages in males (I immature, II mature, III spawning, IV spawned) and females (I immature, II in development, III maturing, IV mature). In females, the mean FWI values ranged from  $0.12 \pm 0.09$  (mature) to  $0.21 \pm 0.22$  (immature); in males, it ranged from  $0.1 \pm 0.07$  (immature) to  $0.29 \pm 0.42$  (mature) (Table 2, Fig. 5).

According to the statistical analysis, there were no differences in FWI in females (Kruskal-Wallis, chi-square = 2.98, p= 0.40) and males (Kruskal-Wallis, chi-square = 1.70, p= 0.64), based on gonadal maturity stages.

The mean seasonal FWI ranged from  $0.20 \pm 0.29$  (summer) to  $0.24 \pm 0.38$  (winter). Statistically, there were no differences in FWI by season (Kruskal-Wallis-test, chi-square = 0.011, p= 1.00) (Fig. 6).

Tabla 2.- Índice de repleción (M±DS; N) en machos y hembras de *O. mimus*, según estadios de madurez gonadal. Callao, 2016

Table 2. Fullness weight index (M±DS; N) in males and females of *O. mimus*, based on gonadal maturity stages. Callao, 2016

Madurez Maturity	IR Hembras/FWI Females			IR Machos/FWI Males		
	Media/ Mean	DS	N	Media/ Mean	DS	N
I	0,2131	0,2209	46	0,1009	0,06511	4
II	0,1849	0,24197	86	0,2859	0,4188	27
III	0,1424	0,14407	17	0,2584	0,39695	118
IV	0,1149	0,09251	7	0,2027	0,23077	54

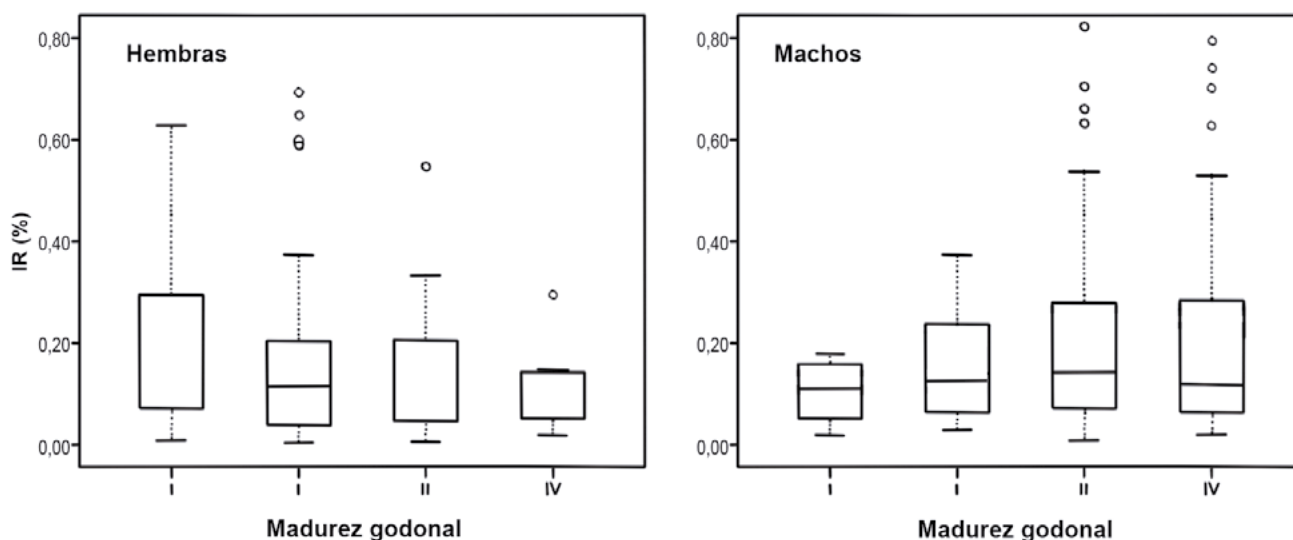


Figura 5.- *Box-plot* del índice de repleción (IR) de *O. mimus* (hembras y machos) según estadios de madurez gonadal. Callao, 2016

Figure 5. *Box-plot* of the Fullness Weight Index (FWI) of *O. mimus* (females and males) based on gonadal maturity stages. Callao, 2016

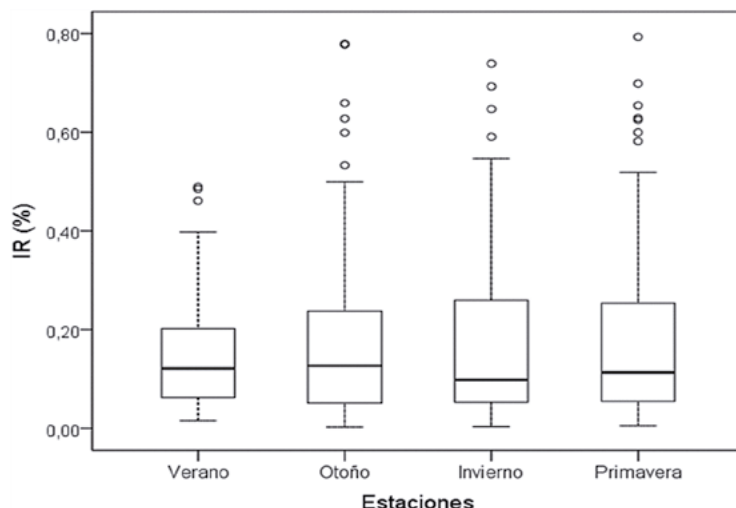


Figura 6.- Índice de repleción (IR) de *O. mimus* según estaciones. Callao, 2016

Figure 6. Fullness Weight Index (FWI) of *O. mimus* by season. Callao, 2016

Tabla 3.- Estómagos analizados. Media  $\pm$  DS de LM (mm) y Peso (g) de *O. mimus*. Ilo. Abril 2016

Table 3. Stomach analyzed. Mean  $\pm$  DS of ML (mm) and weight (g) of *O. mimus*. Ilo, April 2016

	Total	Hembras/Females	Machos/Males
Nº estómagos	81 (50)	45 (27)	36 (23)
LM (mm)	119,42 $\pm$ 22,89 (83 - 198)	120,33 $\pm$ 24,72 (84 - 198)	118,28 $\pm$ 20,66 (83 - 165)
Peso (g)	1090.66 $\pm$ 561,74 (293 - 2469)	1062,88 $\pm$ 557,72 (293 - 2399)	1125,39 $\pm$ 572,70 (342 - 2469)

El número de estómagos llenos, rangos de longitud y peso son mostrados entre paréntesis  
The number of full stomachs, length and weight ranges are shown in parentheses

## Pulpo de Ilo

De los 81 contenidos gástricos analizados, el 56% correspondió a hembras y 44% a machos, de los cuales 50 tenían contenido estomacal. El tamaño de muestra por sexos, la amplitud de talla y peso corporal por sexos son resumidos en la Tabla 3.

**Descripción general de la dieta.-** El contenido estomacal se encontró en estado similar al de *O. mimus* de Callao, sin embargo, la presencia de algunas estructuras duras de las presas, permitieron la asignación taxonómica respectiva. Se reconocieron 28 ítems-presa pertenecientes a los grupos Cephalopoda, Gastropoda, Crustacea y Teleostei (Tabla 4); los crustáceos fueron los que destacaron en %FO, %P y %N.

Entre las presas determinadas sobresalieron el Xanthidae *P. perlatus* (%FO= 28; %P= 10,56; %N= 14,74), la pintadilla *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes (%FO= 22; %P= 14,50; %N= 5,79), el camarón pistolero *S. spinifrons* (%FO=20; %P=8,24; %N=5,26) (Tabla 4).

## Octopus in Ilo

Out of 81 gastric contents analyzed, 56% corresponded to females and 44% to males. Only 50 of them had stomach contents. Sample size by sex, the amplitude of length and body weight by sex are summarized in Table 3.

**Diet overview.-** The stomach content was found in a state similar to that of *O. mimus* in Callao, however, the presence of some hard structures of the prey, made possible the respective taxonomic assignment. A total of 28 prey items belonging to the groups Cephalopoda, Gastropoda, Crustacea, and Teleostei were recognized (Table 4); the crustaceans were the ones that stood out in %FO, %P, and %N.

Among the determined prey the Xanthidae *P. perlatus* (%FO= 28, %P= 10.56, %N= 14.74), the Peruvian morwong *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes (%FO= 22, %P= 14.50, %N= 5.79), and the snapping shrimp *S. spinifrons* (%FO=20, %P=8.24, %N=5.26) stood out (Table 4).

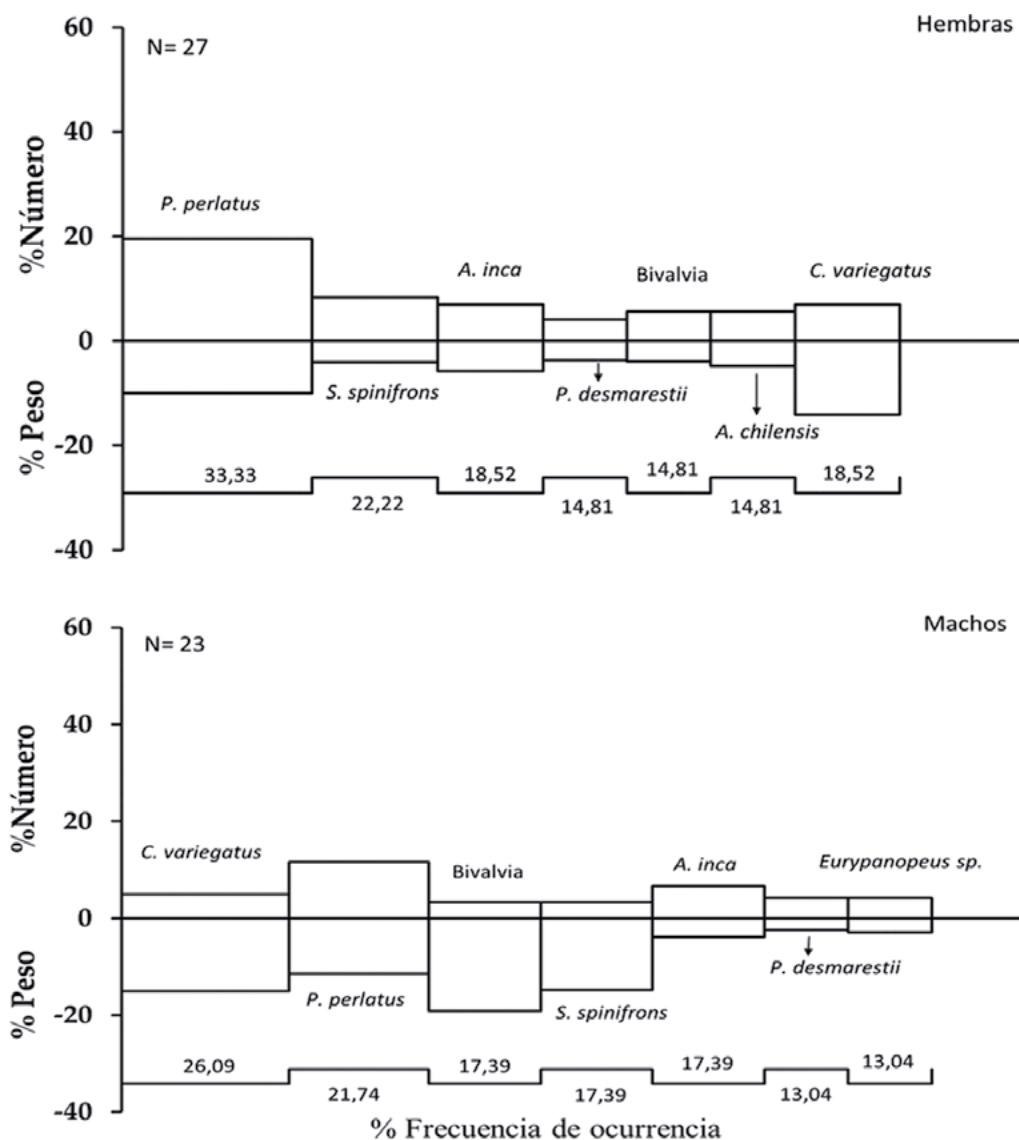


Figura 7.- Composición de la dieta de *O. mimus*, según número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) por sexos. Ilo, abril 2016

Figure 7. Diet composition of *O. mimus*, by number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) by sexes. Ilo, April 2016

Se muestra la composición de las principales presas consumidas por machos y hembras en términos de %FO, %N y %P (Fig. 7). En hembras sobresalieron las especies *P. perlatus* y *S. spinifrons*, entre otras presas; mientras que en machos fueron la pintadilla *C. variegatus*, *P. perlatus*, bivalvos indeterminados, entre otros.

**Calamar común *Doryteuthis gahi***

De los 1151 contenidos gástricos analizados (13% hembras y 87% machos), 309 presentaron contenido. Las tallas de los ejemplares variaron entre 85 y 315 mm LM; peso total entre 16 y 256 g.

The composition of the main prey, which was consumed by males and females, is shown in terms of %FO, %N, and %P (Fig. 7). In females, the species *P. perlatus* and *S. spinifrons*, stood out, among other prey; while in males, the Peruvian morwong *C. variegatus*, *P. perlatus*, and indeterminate bivalves stood out, among others.

**Common squid**

Out of 1151 gastric contents analyzed (13% females and 87% males). Only 309 of them had stomach contents. The sizes of the specimens varied between 85 and 315 mm ML, total weight was between 16 and 256 g.

Tabla 4.- Peso (%P), Frecuencia de ocurrencia (%FO) y Número (%N) por ítem-presa, en el contenido estomacal de *O. mimus*. Ilo, abril 2016

Table 4. Weight (%P), Frequency of occurrence (%FO) and Number (%N) per prey item, in the stomach content of *O. mimus*. Ilo, April 2016

Item presa	%P	%FO	%N
<b>CRUSTACEA</b>			
<b>DECAPODA</b>			
Decapoda n.i.	0,79	4,00	1,05
<b>Porcellanidae</b>			
Porcellanidae n.i.	1,23	2,00	0,53
<i>Petrolisthes desmarestii</i>	3,22	14,00	4,21
<i>Liopetrolisthes mitra</i>	2,19	10,00	3,16
<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	1,79	8,00	4,74
<i>Allopetrolisthes</i> sp.	0,60	2,00	1,05
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	0,29	2,00	0,53
<i>Pachycheles grossimanus</i>	1,58	4,00	1,05
<b>Xanthidae</b>			
Xanthidae n.i.	3,00	14,00	3,68
<i>Paraxanthus barbiger</i>	1,71	2,00	0,53
<b>Pilumnoididae</b>			
<i>Pilumnoides perlatus</i>	10,56	28,00	14,74
<i>Pilumnoides rotundus</i>	1,54	2,00	0,53
<b>Panopeidae</b>			
<i>Eurypanopeus</i> sp.	1,14	6,00	2,63
<i>Panopeus chilensis</i>	3,43	2,00	13,68
<b>Cancridae</b>			
<i>Romaleon setosum</i>	2,17	6,00	1,58
<b>Alpheidae</b>			
Alpheidae n.i.	6,59	2,00	0,53
<i>Synalpheus spinifrons</i>	8,24	20,00	5,26
<i>Alpheus inca</i>	5,08	18,00	6,84
<i>Alpheus chilensis</i>	3,29	10,00	4,74
<b>Calappidae</b>			
Calappidae n.i.	1,14	2,00	12,63
<b>STOMATOPODA</b>			
Stomatopoda n.i.	0,06	2,00	0,53
<b>Squillidae</b>			
<i>Squilla</i>	1,34	6,00	1,58
<b>Parasquillidae</b>			
<i>Pseudosquillaopsis lessonii</i>	0,44	2,00	1,05
<b>MALACOSTRACA</b>			
<b>AMPHIPODA</b>			
Amphipoda n.i.	0,08	2,00	0,53
<b>MOLLUSCA</b>			
<b>CEPHALOPODA</b>			
Cephalopoda n.i.	13,98	2,00	0,53
<b>BIVALVIA</b>			
Bivalvia n.i.	9,92	16,00	4,21
<b>GASTROPODA</b>			
<b>Naticidae</b>			
Naticidae n.i.	0,10	4,00	2,11
<b>ACTINOPTERYGII</b>			
<b>TELEOSTEI</b>			
<b>Cheilodactylidae</b>			
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	14,50	22,00	5,79

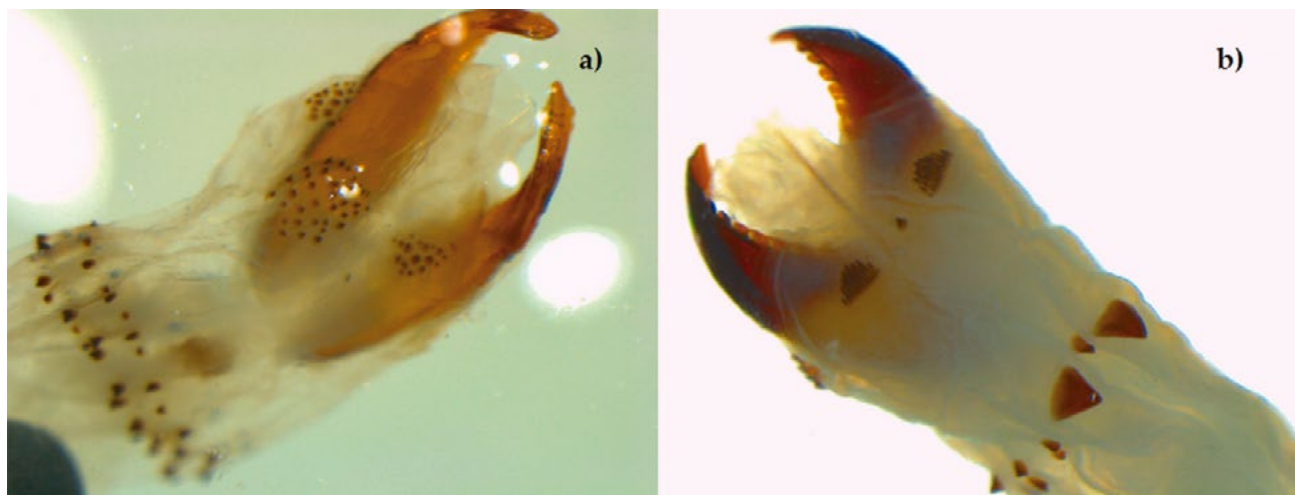


Figura 8.- Poliquetos *Nereis callaona* (a) y *Pseudonereis gallapagensis* (b) encontrados en el contenido gástrico de *D. gahi*. Callao, 2016  
 Figure 8. Polychaetes *Nereis callaona* (a) and *Pseudonereis gallapagensis* (b) found in the gastric contents of *D. gahi*. Callao, 2016

**Descripción general de la dieta.-** El contenido estomacal se halló en estado avanzado de digestión. Se reconocieron 20 ítem-presas, pertenecientes a los grupos Isopoda, Amphipoda, Pycnogonidae, Polychaeta, Decapoda, Cephalopoda, Gastropoda y Teleostei que fueron dominantes en términos de %FO, %N y %P (Tabla 5).

La composición de las presas en la dieta presentó variaciones estacionales, con similitud de presas en verano-otoño con respecto a invierno-primavera (Fig. 9). Entre las presas destacaron en verano, el lenguado *Hippoglossina macrops* Steindachner (%FO= 38,89; %N= 26,42; %P= 40,16), decápodos de la familia Panopeidae (%FO= 34,72; %N= 48,11; %P= 31,68), poliquetos de la familia Nereidae (%FO= 13,89; %N= 9,43; %P= 15,36) entre otras presas; en otoño fueron Panopeidae (%FO= 26,26; %N= 44,27; %P= 14,57), Teleostei indeterminados (%FO= 23,23; %N= 17,56; %P= 21,98), el isópodo *Excirolana* sp. (%FO= 11,11; %N= 8,40; %P= 18,88), *H. macrops* (%FO= 8,08; %N= 7,25; %P= 15,20) entre otros; en invierno sobresalieron Teleostei indeterminados (%FO= 29,03; %N= 18,37; %P= 45,09), los poliquetos *Nereis callaona peroniensis* Kott (%FO= 8,06; %N= 31,63; %P= 16,39) y *Pseudonereis gallapagensis* Kinberg (%FO= 11,29; %N= 15,31; %P= 7,41) (Fig. 8), entre otros; en primavera, la dieta se caracterizó por la presencia de Teleostei indeterminado (%FO= 51,14; %N= 18,46; %P= 39,04), seguido de *P. gallapagensis* (%FO= 28,57; %N= 70,77; %P= 21,96), entre otras presas que se presentaron en menor proporción (Tabla 5, Fig. 9).

**Diet overview.-** Stomach contents were found to be in an advanced stage of digestion. A total of 20 items belonging to the groups Isopoda, Amphipoda, Pycnogonidae, Polychaeta, Decapoda, Cephalopoda, Gastropoda, and Teleostei were recognized as dominant in terms of %FO, %N, and %P (Table 5).

The prey composition in the diet showed seasonal variations, with similarity of prey in summer-autumn in comparison to winter-spring (Fig. 9). Among the prey in summer, the bigeye flounder *Hippoglossina macrops* Steindachner (%FO= 38.89, %N= 26.42, %P= 40.16), decapods of the family Panopeidae (%FO= 34.72, %N= 48.11, %P= 31.68), polychaetes of the family Nereidae (%FO= 13.89, %N= 9.43, %P= 15.36) stood out, among other prey; in autumn, Panopeidae (%FO= 26.26, %N= 44.27, %P= 14.57), indeterminate Teleostei (%FO= 23.23, %N= 17.56, %P= 21.98), the isopod *Excirolana* sp. (%FO= 11.11, %N= 8.40, %P= 18.88), *H. macrops* (%FO= 8.08, %N= 7.25, %P= 15.20) among others; in winter, indeterminate Teleostei (%FO= 29.03, %N= 18.37, %P= 45.09), the polychaetes *Nereis callaona peroniensis* Kott (%FO= 8.06, %N= 31.63, %P= 16.39), and *Pseudonereis gallapagensis* Kinberg (%FO= 11.29, %N= 15.31, %P= 7.41) (Fig. 8) stood out, among others; in spring, the diet was characterized by the presence of indeterminate Teleostei (%FO= 51.14, %N= 18.46, %P= 39.04), followed by *P. gallapagensis* (%FO= 28.57, %N= 70.77, %P= 21.96), among other prey that were present in smaller proportion (Table 5, Fig. 9).

Tabla 5.- Composición en Peso (%P), Frecuencia de ocurrencia (%FO) y Número (%N) por ítem-presa, en el contenido estomacal de *D. gahi*. Callao, 2016Table 5. Composition in Weight (%P), Frequency of occurrence (%FO) and Number (%N) per item-prey, in the stomach content of *D. gahi*. Callao, 2016

Item presa	VERANO			OTOÑO			INVIERNO			PRIMAVERA		
	%FO	%N	%P	%FO	%N	%P	%FO	%N	%P	%FO	%N	%P
<b>CRUSTACEA</b>												
<b>ISOPODA</b>												
Isopoda n/i							3,23	2,04	1,04			
<b>Cirolanidae</b>												
<i>Excirrolana</i> sp.				11,11	8,43	18,90	4,84	3,06	1,57			
<b>Cymothoidae</b>												
<i>Cymothoa</i> sp.				0,51	0,38	0,18						
<b>AMPHIPODA</b>												
Amphipoda n/i							4,84	3,06	1,88			
<b>DECAPODA</b>												
Decapoda n/i				1,01	0,77	0,65	4,84	10,20	1,46			
<b>Panopeidae</b>												
Panopeidae n/i	34,72	48,11	31,68	26,26	44,44	14,58	6,45	11,22	6,16			
<b>Porcelanidae</b>												
<i>Pachycheles crinimanus</i>	4,17	2,83	2,41									
<b>Munididae</b>												
<i>Pleuroncodes monodon</i>				3,03	2,30	1,81						
<b>Paguridae</b>												
Paguridae n/i				1,52	1,15	6,23						
<b>MOLLUSCA</b>												
<b>CEPHALOPODA</b>												
<b>Loliginidae</b>												
<i>Doryteuthis gahi</i>	1,39	0,94	0,69	3,03	2,30	14,91	4,84	3,06	15,24	4,76	1,54	27,27
<b>GASTROPODA</b>												
<b>Naticidae</b>												
Indeterminado				0,51	0,38	0,01						
<b>PYCNOGONIDA</b>												
<b>Pycnogonidae</b>												
Indeterminado				2,53	1,92	0,72						
<b>POLYCHAETA</b>												
<b>Nereidae</b>												
<i>Pseudonereis gallapagensis</i>				2,53	4,21	1,42	11,29	15,31	7,41	28,57	70,77	21,96
<i>Nereis callaona</i>				1,01	0,77	0,29	8,06	31,63	16,39	9,52	4,62	3,35
Nereidae n/i	13,89	9,43	15,36	2,53	1,92	0,73				4,76	1,54	2,63
<b>ACTINOPTERYGII</b>												
<b>TELEOSTEI</b>												
Huevos de Teleostei							1,61	1,02	1,88	4,76	1,54	0,24
Teleostei n/i	8,33	5,66	1,43	23,23	17,62	21,99	29,03	18,37	45,09	57,14	18,46	39,04
<b>Paralichthyidae</b>												
<i>Hippoglossina macrops</i>	38,89	26,42	40,16	9,60	7,28	15,21						
<b>Engraulidae</b>												
Engraulidae n/i	9,72	6,60	8,27	8,08	6,13	2,37	1,61	1,02	1,88			
<b>MONI</b>										4,76	1,54	5,50

Tabla 6.- Índice de repleción (M±DS) en machos y hembras de *D. gahi*, según estadios de madurez gonadal. Callao, 2016Table 6. Fullness weight index (M±DS) in males and females of *D. gahi*, as per gonadal maturity stages. Callao, 2016

Madurez	Hembras/Females			Machos/Males		
	Media	DS	N	Media	DS	N
Matutity	Mean			Mean		
III				0,3967	0,212	3
III	0,2316	0,12149	4	0,0575	0,03537	15
IV	0,2869	0,39908	13	0,101	0,23503	94
V	0,4758	0,75722	11	0,1235	0,19152	169



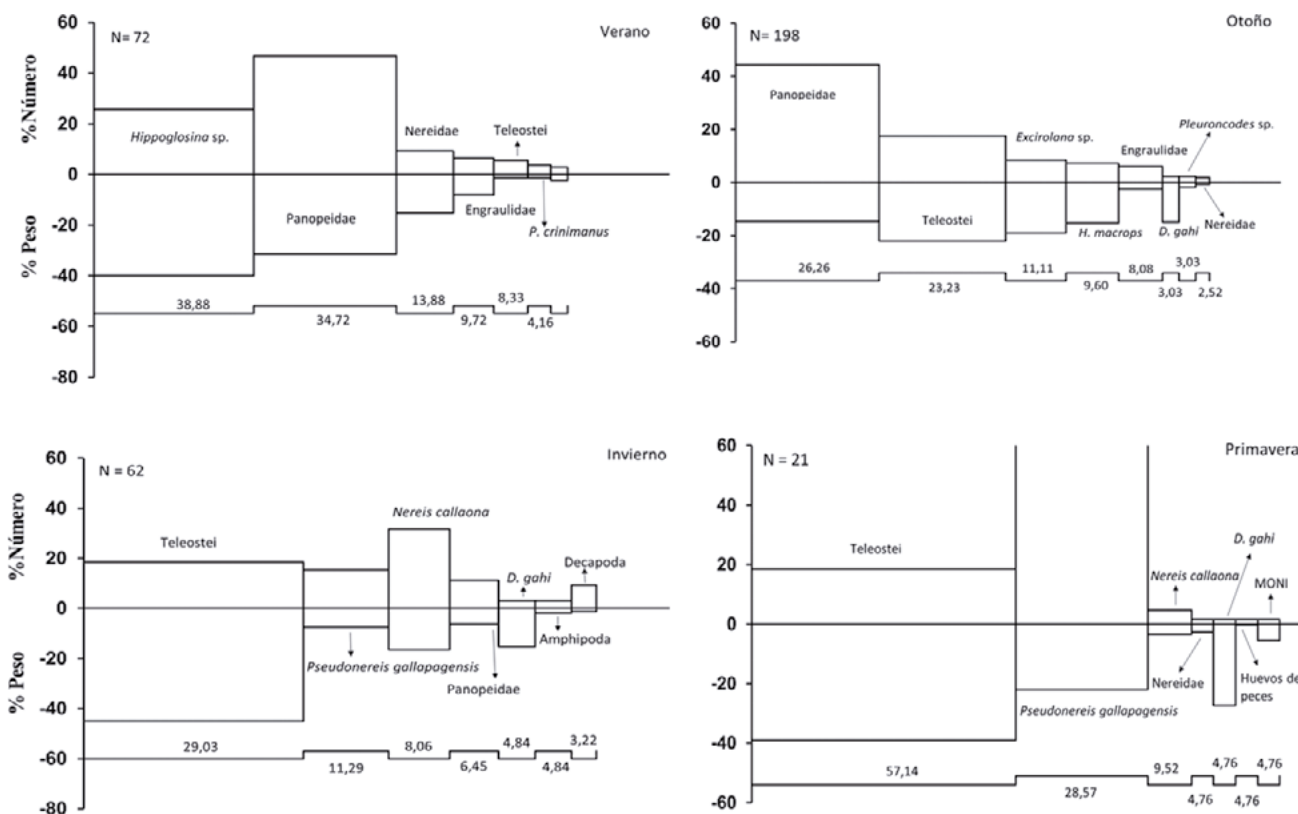


Figura 9.- Composición de la dieta de *D. gahi* según estaciones en términos de número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO). Callao, 2016

Figure 9. Diet composition of *D. gahi* according to seasons in terms of number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO). Callao, 2016

**Índice de repleción por sexo, estadios de madurez gonadal y estación.-** Las hembras presentaron mayor IR ( $0,35 \pm 0,54$ ) que los machos ( $0,12 \pm 0,20$ ) (Mann-Whitney U-test,  $p=0,00001$ ) (Fig. 10).

**Fullness weight index by sex, gonadal maturity stages, and season.-** Females had a higher FWI ( $0.35 \pm 0.54$ ) than males ( $0.12 \pm 0.20$ ) (Mann-Whitney U-test,  $p=0.00001$ ) (Fig. 10).

El IR por estadios de madurez gonadal en hembras varió entre  $0,23 \pm 0,12$  (madurante) y  $0,48 \pm 0,76$  (madurez total), y en machos de  $0,05 \pm 0,04$  (madurante) a  $0,40 \pm 0,21$  (en maduración) (Tabla 6, Fig. 11). El análisis estadístico evidenció que no hubo diferencias entre los estadios determinados en hembras (Kruskal-Wallis-test,  $\chi^2=1,38$ ,  $p=0,5$ ); sin embargo, sí hubo diferencias en machos (Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=13,77$ ,  $p=0,003$ ).

The FWI by gonadal maturity stages in females ranged from  $0.23 \pm 0.12$  (maturing) to  $0.48 \pm 0.76$  (total maturity), and in males from  $0.05 \pm 0.04$  (maturing) to  $0.40 \pm 0.21$  (at maturation) (Table 6, Fig. 11). The statistical analysis showed that there were no differences between the stages determined in females (Kruskal-Wallis-test,  $\chi^2=1.38$ ,  $p=0.5$ ); however, there were differences in males (Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=13.77$ ,  $p=0.003$ ).

Los valores del IR variaron entre  $0,098 \pm 0,15$  (verano) y  $0,34 \pm 0,40$  (primavera). En general, el IR en verano-otoño fue menor con respecto al invierno-primavera, observándose diferencias estadísticas (Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=38,54$ ,  $p=0,0001$ ) (Fig. 12).

The FWI values ranged from  $0.098 \pm 0.15$  (summer) to  $0.34 \pm 0.40$  (spring). Overall, the FWI in summer-autumn was lower than in winter-spring, with statistical differences (Kruskal-Wallis test,  $\chi^2=38.54$ ,  $p=0.0001$ ) (Fig. 12).

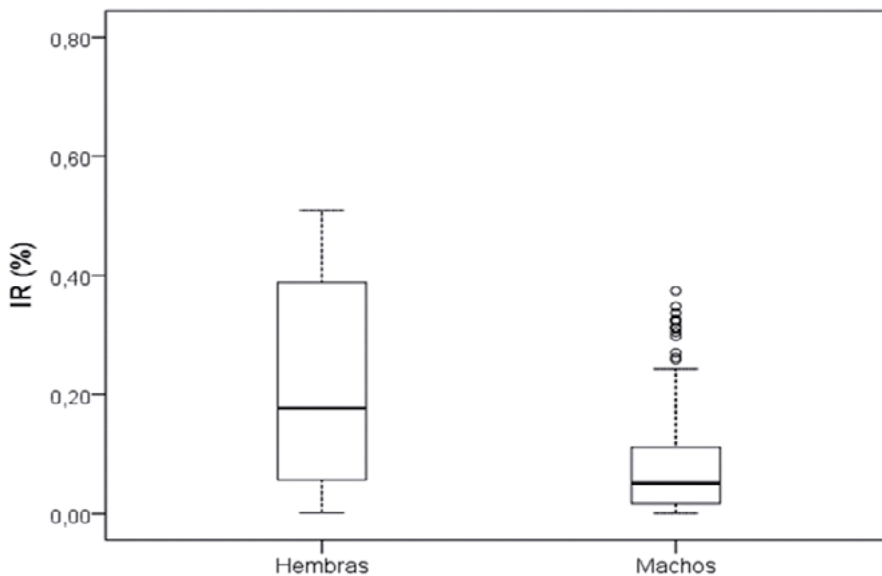


Figura 10.- Box-plot del índice de repleción (IR) en hembras y machos de *D. gahi*. Callao, 2016  
 Figure 10. Box-plot of fullness weight index (FWI) in females and males of *D. gahi*. Callao, 2016

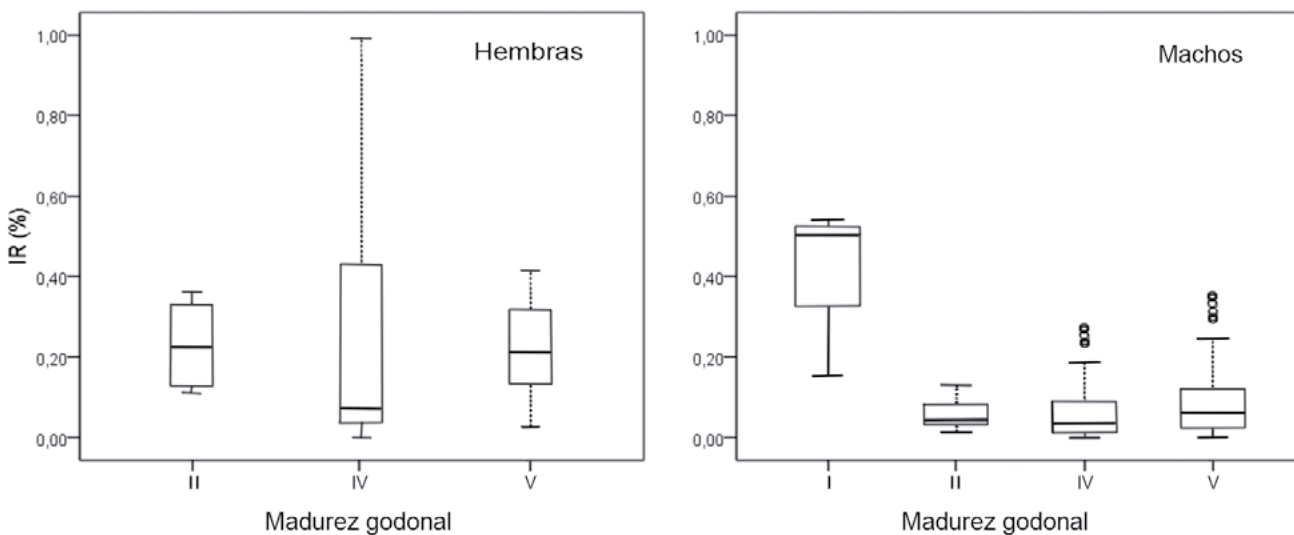


Figura 11.- Box-plot del índice de repleción (IR), por estadios de madurez gonadal en hembras y machos de *D. gahi*. Callao, 2016  
 Figure 11. Box-plot of fullness weight index (FWI), by gonadal maturity stages in females and males of *D. gahi*. Callao, 2016

**Calamar gigante o pota**

**Proyecto monitoreo biológico-pesquero del calamar gigante**

**PAITA**

En el otoño (Prospección I, mayo) los 8 estómagos analizados presentaron contenido estomacal, de los cuales 6 correspondieron a hembras y 2 a machos. La talla de los ejemplares varió entre 210 y 370 mm LM; el PT entre 249 y 1200 g.

**Jumbo flying squid**

**Biological-fishery monitoring project for jumbo flying squid**

**PAITA**

In autumn (Prospecting I, May), all 8 analyzed stomachs presented stomach contents, out of which 6 corresponded to females and 2 to males. The specimens varied in size between 210 and 370 mm ML; TW was between 249 and 1200 g.

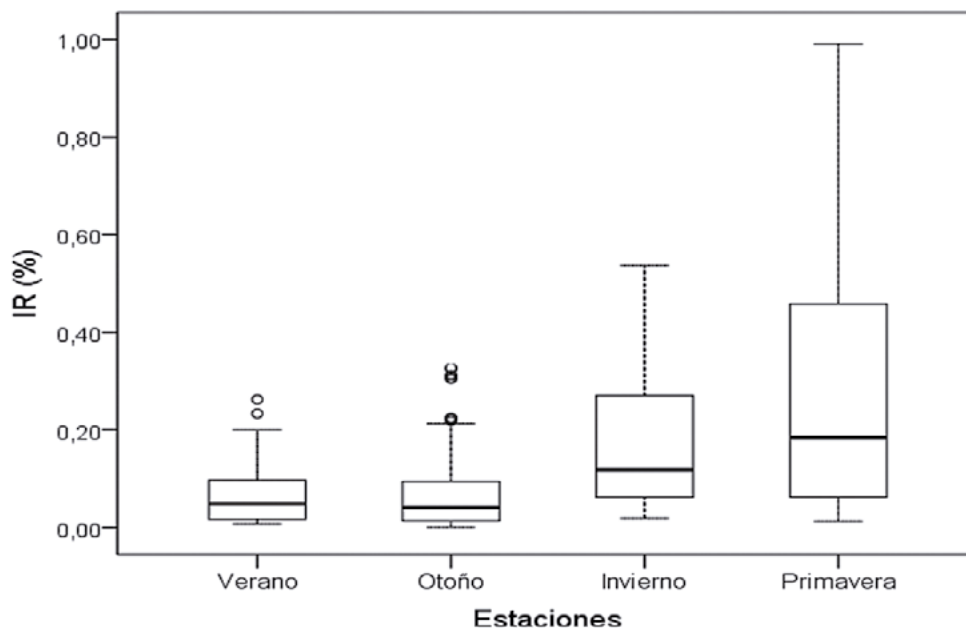


Figura 12.- Box-plot del índice de repleción (IR) de *D. gahi* por estaciones. Callao, 2016

Figure 12.- Box-plot of fullness weight index (FWI) of *D. gahi* by seasons. Callao, 2016

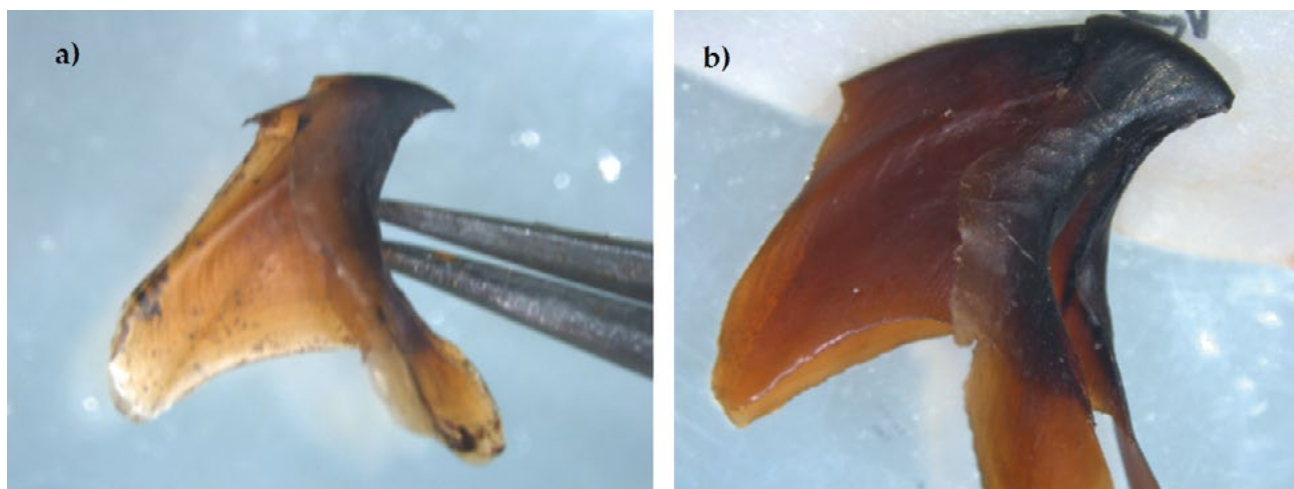


Figura 13.- Mandíbulas inferiores de los cefalópodos *Chiroteuthis* sp. (a) y *Onychoteuthis banksii* (b) encontrados en el contenido gástrico de *D. gigas*. Paita, mayo 2016. Arte: pinta

Figure 13. Lower jaws of the cephalopods *Chiroteuthis* sp. (a) and *Onychoteuthis banksii* (b) found in the gastric contents of *D. gigas*. Paita, May 2016. Fishing gear: handline

Se reconocieron 7 ítems-presa pertenecientes a los grupos Crustacea, Cephalopoda y Teleostei. Entre las principales destacaron *Vinciguerria lucetia* Garman (%FO= 50; %N= 72,22; %P= 14,50), los cefalópodos *Onychoteuthis banksii* Leach (%FO= 25; %N= 5,55; %P= 7,84), *Chiroteuthis* sp. d’Orbigny (%FO= 12,5; %N= 2,77; %P= 2,91) (Fig. 13 a,b), múnida *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards (%FO= 25; %N= 5,56; %P= 55,85) (Fig. 14).

A total of 7 prey items belonging to the groups Crustacea, Cephalopoda, and Teleostei were recognized. Among the main prey, we found *Vinciguerria lucetia* Garman (%FO= 50, %N= 72.22, %P= 14.50), the cephalopods *Onychoteuthis banksii* Leach (%FO= 25, %N= 5.55, %P= 7.84), *Chiroteuthis* sp. d’Orbigny (%FO= 12.5, %N= 2.77, %P= 2.91) (Fig. 13 a,b), the squat lobster *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards (%FO= 25, %N= 5.56, %P= 55.85) (Fig. 14).

En invierno (Prospección II, agosto) de 126 estómagos analizados 86 tuvieron contenido estomacal, de los cuales 46 correspondieron a hembras y 40 a machos. La talla de los ejemplares varió entre 195 y 900 mm LM y el PT entre 240 y 24500 g. Se determinaron 20 ítems-presa, pertenecientes a los grupos Crustacea, Cephalopoda y Teleostei.

Como presa principal, predominaron Cephalopoda indeterminados (%FO= 52,33; %N= 26,46; %P= 36,63), Teleostei (%FO= 26,74; %N= 8,25; %P= 2,65), *Argonauta* sp. (%FO= 12,79; %N= 13,75; %P= 2,74), entre otros (Fig. 15).

In winter (Prospecting II, August), out of 126 analyzed stomachs, only 86 had stomach contents, which corresponded 46 to females and 40 to males. The specimens varied in size between 195 and 900 mm ML and TW was between 240 and 24,500 g. A total of 20 prey items were determined, belonging to the groups Crustacea, Cephalopoda, and Teleostei.

As main prey, indeterminate Cephalopoda (%FO= 52.33, %N= 26.46, %P= 36.63), Teleostei (%FO= 26.74, %N= 8.25, %P= 2.65), *Argonauta* sp. (%FO= 12.79, %N= 13.75, %P= 2.74) predominated, among others (Fig. 15).

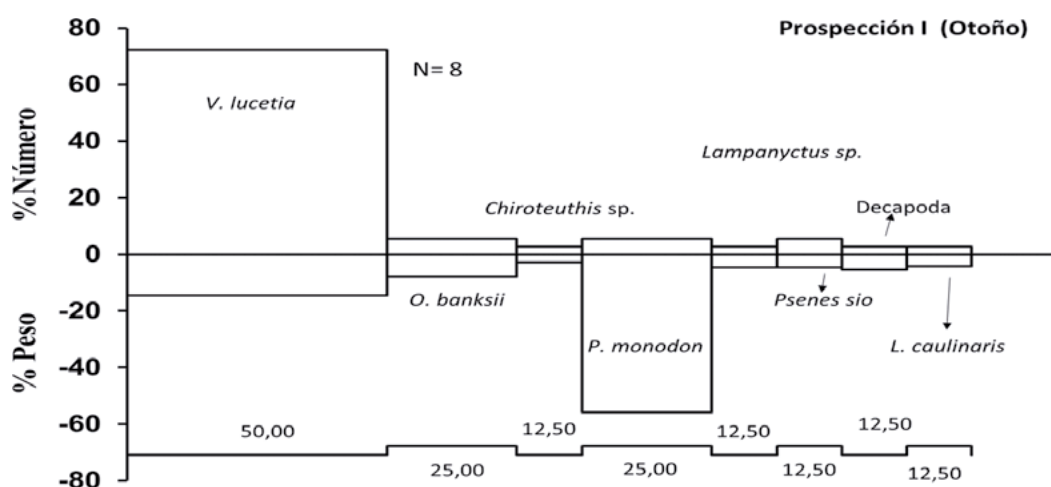


Figura 14.- Composición por porcentaje en número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) de las principales presas encontradas en el contenido estomacal de *D. gigas*. Paita, mayo 2016. Arte: pinta

Figure 14. Composition by percentage in number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) of the main prey found in the stomach content of *D. gigas*. Paita, May 2016. Fishing gear: handline

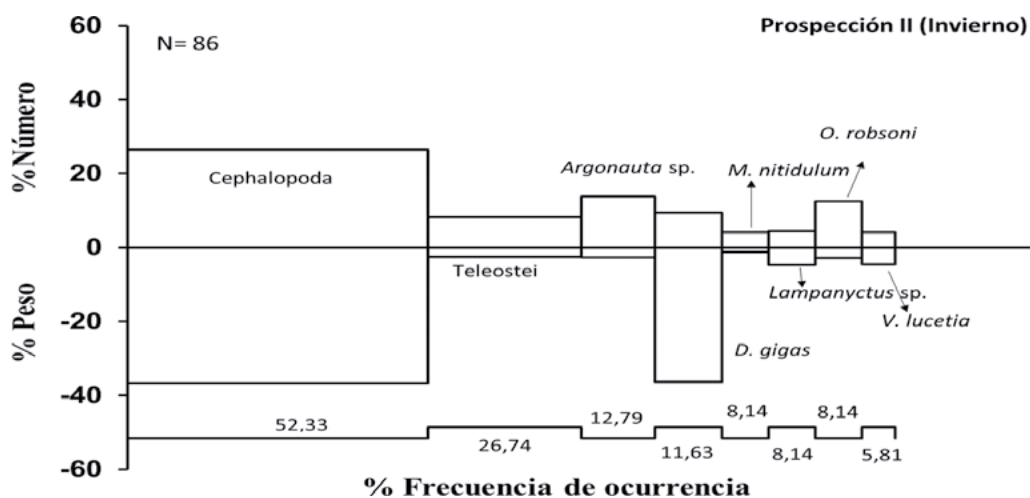


Figura 15.- Composición por porcentaje en número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) de las principales presas de *D. gigas*. Paita, agosto 2016. Arte: pinta

Figure 15. Composition by percentage in number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) of the main prey found in the stomach content of *D. gigas*. Paita, August 2016. Fishing gear: handline

En primavera (Prospección III, diciembre) de 79 estómagos analizados 73 presentaron contenido estomacal. La talla varió entre 200 y 690 mm LM y el PT entre 200 y 10.000 g.

Entre las presas principales resaltaron la múnida *P. monodon* (%FO= 28,77, %N= 69,49, %P= 57,99), los calamares Gonatidae (%FO= 23,29; %N= 9,74; %P= 10,53) y el engraulido *Cetengraulis mysticetus* Günther (%FO=23,29; %N= 4,15; %P=5,36) (Fig. 16).

Los valores de IR por estadios de madurez gonadal variaron entre  $0,12 \pm 0,05$  (madurez) y  $0,51 \pm 0,69$  (inmaduro) en hembras;  $0,048 \pm 0,018$  (maduro) y  $0,69 \pm 0,76$  (inmaduro) en machos (Tabla 7, Fig. 17). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el IR de las hembras (Kruskal-Wallis-test, chi-cuadrado= 1,65, p= 0,44); pero en los machos se observaron diferencias entre los estadios I-II, con respecto al III (Kruskal-Wallis-test, chi-cuadrado= 7,95, p= 0,019).

In spring (Prospecting III, December), out of 79 analyzed stomachs, only 73 presented stomach contents. The size varied between 200 and 690 mm ML and TW was between 200 and 10,000 g.

Among the main prey, the most important were the squat lobster *P. monodon* (%FO= 28.77, %N= 69.49, %P= 57.99), the squids Gonatidae (%FO= 23.29, %N= 9.74, %P= 10.53), and the engraulid *Cetengraulis mysticetus* Günther (%FO=23.29, %N= 4.15, %P=5.36) (Fig. 16).

The FWI values by gonadal maturity stages ranged from  $0.12 \pm 0.05$  (maturity) to  $0.51 \pm 0.69$  (immature) in females;  $0.048 \pm 0.018$  (mature) and  $0.69 \pm 0.76$  (immature) in males (Table 7, Fig. 17). Nonetheless, there were no significant differences in the FWI of females (Kruskal-Wallis-test, chi-square = 1.65, p= 0.44); but in males, there were differences between stages I-II, regarding stage III (Kruskal-Wallis-test, chi-square = 7.95, p= 0.019).

Tabla 7.- Índice de repleción (IR) en hembras y machos de *D. gigas*, según estadios de madurez gonadal. Paita. Diciembre 2016

Table 7. Fullness weight index (FWI) in females and males of *D. gigas*, as per gonadal maturity stages. Paita. December 2016

Madurez Maturity	Hembras/Females		Machos/MAles	
	M ± DS	N	M ± DS	N
I	0,5126 ± 0,59	21	0,694 ± 0,76	7
II	0,3241 ± 0,37	12	0,6193 ± 0,49	3
III	0,1224 ± 0,073	9	0,0476 ± 0,018	5
Total	0,3751 ± 0,48	42	0,4636 ± 0,61	15

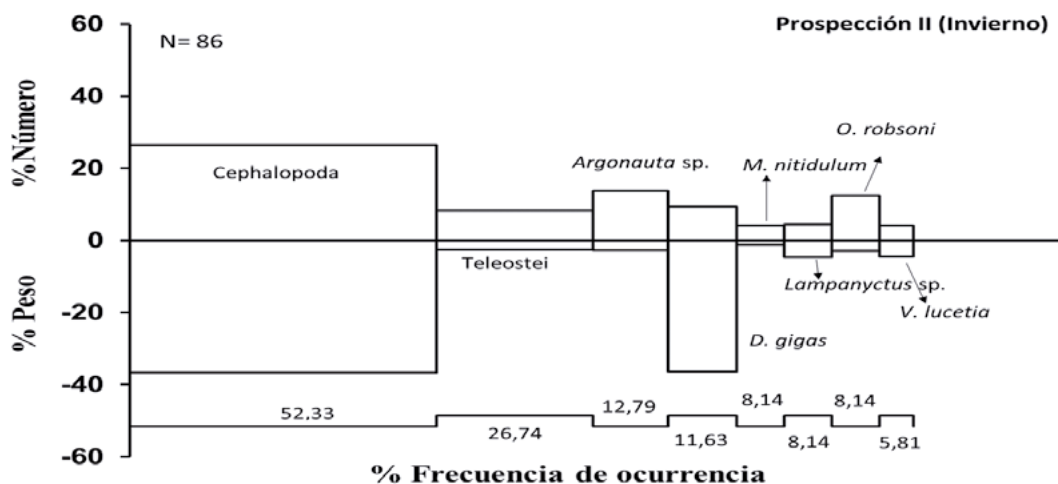


Figura 16.- Composición por porcentaje en número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) de las principales presas de *D. gigas*. Paita, diciembre 2016. Arte: pinta

Figure 16. Composition by percentage in number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) of the main prey found in the stomach content of *D. gigas*. Paita, December 2016. Fishing gear: handline

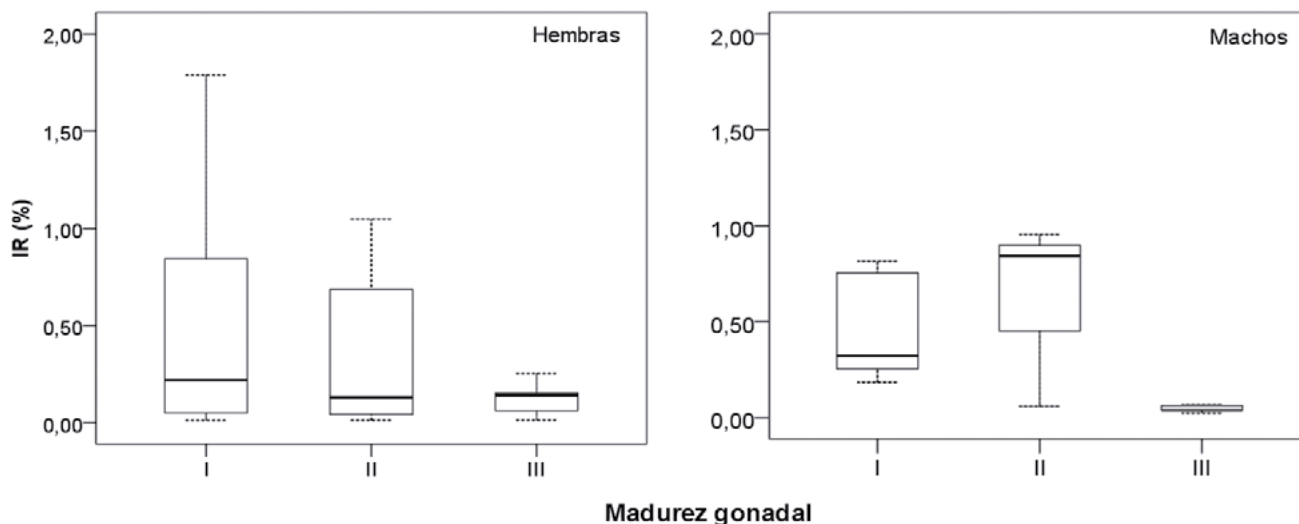


Figura 17.- Índice de repleción (IR) en hembras y machos de *D. gigas* por estadios de madurez gonadal. Paita, diciembre 2016. Arte: pinta

Figure 17. Fullness weight index (FWI) in females and males of *D. gigas* by gonadal maturity stages. Paita, December 2016. Fishing gear: handline

### CAMANÁ

En otoño, de los 29 estómagos analizados 22 presentaron contenido estomacal, de los cuales 16 correspondieron a hembras y 6 a machos. Las tallas de los ejemplares variaron entre 350 y 982 mm LM y el PT entre 1241 y 39100 g.

Se determinaron 8 ítems-presa pertenecientes a los grupos Crustacea, Cephalopoda y Teleostei. La dieta estuvo compuesta principalmente por múnida *P. monodon* (%FO= 68,18; %P= 53,28; %N= 64,29), Cephalopoda indeterminados (%FO= 59,09; %P= 29,75; %N= 11,81), Teleostei indeterminados (%FO= 27,27; %P= 2,70; %N= 1,65), anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns (%FO= 22,73; %P= 7,64; %N= 16,48) (Fig. 18).

En invierno, de 64 estómagos analizados 30 presentaron contenido estomacal (47% hembras y 53% machos), determinándose 13 ítems-presa pertenecientes a los grupos Cephalopoda, Crustacea, Cnidaria y Teleostei. La dieta estuvo compuesta principalmente por cefalópodos de la familia Chiroteuthidae como *Chiroteuthis* sp. (%FO= 43,33; %P= 28,76; %N= 6,16), *P. monodon* (%FO= 30,00; %P= 16,38; %N= 19,75), *Argonauta* sp. (%FO= 23,33; %P= 6,91; %N= 3,82) entre otros (Fig. 19).

### Crucero de Evaluación de calamar gigante, BIC Flores 1606-07

De 143 contenidos gástricos analizados, el 57% correspondieron a hembras y 31% a machos, de los cuales 125 tuvieron contenido estomacal (Tabla 8).

### CAMANÁ

In autumn, out of 29 analyzed stomachs, only 22 presented stomach contents, which corresponded 16 to females and 6 to males. The size of the specimens was between 350 and 982 mm ML and TW was between 1241 and 39,100 g.

A total of 8 prey items belonging to the groups Crustacea, Cephalopoda, and Teleostei were determined. The diet consisted mainly of squat lobster *P. monodon* (%FO= 68.18, %P= 53.28, %N= 64.29), indeterminate Cephalopoda (%FO= 59.09; %P= 29.75; %N= 11.81), indeterminate Teleostei (%FO= 27.27, %P= 2.70, %N= 1.65), anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns (%FO= 22.73, %P= 7.64, %N= 16.48) (Fig. 18).

In winter, out of 64 analyzed stomachs, only 30 presented stomach contents (47% females and 53% males), and a total of 13 prey items belonging to the groups Cephalopoda, Crustacea, Cnidaria, and Teleostei were determined. The diet consisted mainly of cephalopods of the family Chiroteuthidae such as *Chiroteuthis* sp. (%FO= 43.33, %P= 28.76, %N= 6.16), *P. monodon* (%FO= 30.00, %P= 16.38, %N= 19.75), *Argonauta* sp. (%FO= 23.33, %P= 6.91, %N= 3.82) among others (Fig. 19).

### Jumbo flying squid Assessment Cruise, R/V Flores 1606-07

Among a total of 143 analyzed gastric contents, 57% corresponded to females and 31% to males, only 125 had stomach contents (Table 8).

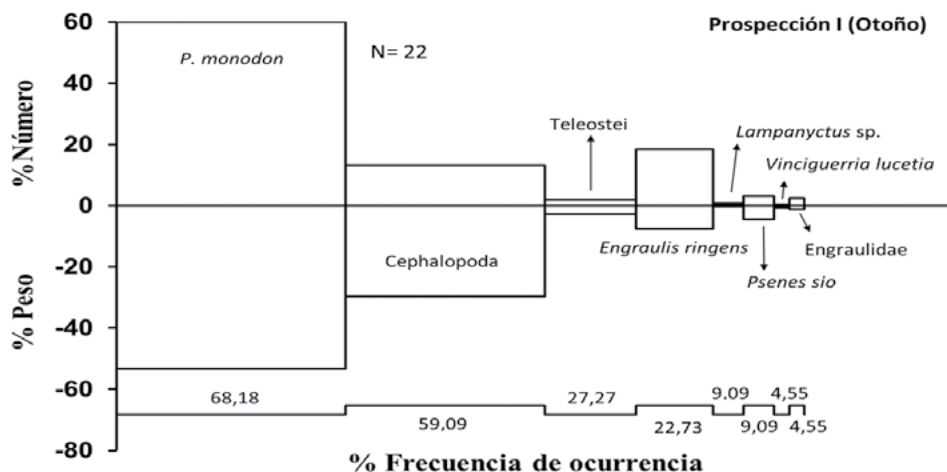


Figura 18.- Composición por porcentaje en abundancia (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) de las principales presas de *D. gigas*. Camaná, mayo 2016

Figure 18. Composition by percentage in number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) of the main prey of *D. gigas*. Camana, May 2016

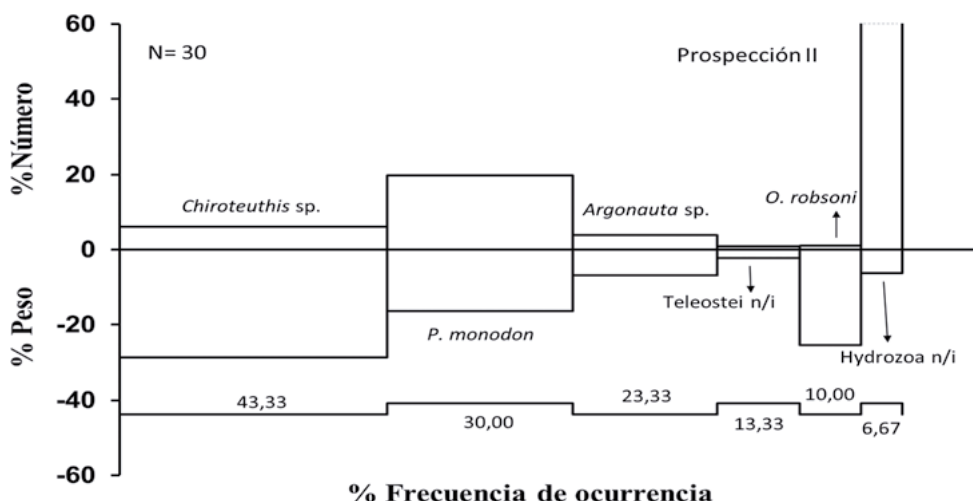


Figura 19.- Composición por porcentaje en número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) de las principales presas de *D. gigas*. Camaná, agosto 2016. Arte: pinta

Figure 19. Composition by percentage in number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) of the main prey of *D. gigas*. Camaná, August 2016. Fishing gear: handline

Tabla 8.-Estómagos analizados. Media y Peso de *D. gigas*. Crucero BIC Flores 1606-07

Table 8. Stomach analyzed. Mean, Weight of *D. gigas*. Cruise R/V Flores 1606-07

	Total	Hembras/Females	Machos/Males
Nº estómagos	143 (125)	97 (81)	46 (44)
LM (mm)	766 ± 223 (350 – 982)	391 ± 62 (164 – 484)	405 ± 46 (197 – 483)
Peso (g)	22 280 ± 12 852 (1 241 – 39 100)	1 845 ± 745 (123 – 3 350)	1 888 ± 599 (190 – 3 150)

El número de estómagos llenos, rango de longitud y peso son mostrados entre paréntesis

**Descripción general de la dieta.-** Se determinaron 27 ítems-presa pertenecientes a los grupos Cephalopoda, Crustacea, Gastropoda y Teleostei, siendo los crustáceos los que destacaron en %FO, %P y %N (Tabla 9).

**Diet overview.-** A total of 27 prey items belonging to the groups Cephalopoda, Crustacea, Gastropoda, and Teleostei were determined, being the crustaceans those that stood out in %FO, %P, and %N (Table 9).

Tabla 9.- Peso (%P), frecuencia de ocurrencia (%FO) y abundancia (%N) por ítem presa en el contenido estomacal de *D. gigas*. Crucero BIC Flores 1706-07. Arte: pinta  
 Table 9. Weight (%P), frequency of occurrence (%FO) and abundance (%N) per prey item in the stomach content of *D. gigas*. Cruise R/V Flores 1706-07. Fishing gear: handline

Ítem presa	%P	%FO	%N
<b>MOLLUSCA</b>			
<b>GASTROPODA</b>			
<b>Naticidae</b>			
Naticidae n/i	0,00*	1,60	0,06
<b>CEPHALOPODA</b>			
Cephalopoda n/i	4,84	16,80	0,97
<b>Octopoda</b>			
Octopoda n/i	0,04	0,80	0,03
<b>Loliginidae</b>			
Loliginidae n/i	0,74	4,00	0,24
<b>CRUSTACEA</b>			
Crustacea n/i	5,60	27,20	1,33
<b>EUPHAUSIACEA</b>			
<b>Euphausiidae</b>			
Euphausiidae n/i	0,30	3,20	0,88
<i>Nyctiphanes simplex</i>	35,22	17,60	91,50
<b>DECAPODA</b>			
Decapoda n/i	0,15	2,40	0,09
<b>Galatheidae</b>			
Galatheidae n/i	1,42	2,40	0,24
<b>STOMATOPODA</b>			
Stomatopoda n/i	10,83	5,60	0,21
<b>ACTINOPTERYGII</b>			
<b>TELEOSTEI</b>			
Teleostei n/i	1,04	9,60	0,36
<b>Ariidae</b>			
<i>Galeichthys peruvianus</i>	1,27	0,80	0,18
<b>Myctophidae</b>			
<i>Myctophum</i> sp.	2,14	3,20	0,15
<i>Myctophum nitidulum</i>	0,58	0,80	0,12
<i>Diogenichthys laternatus</i>	0,99	4,80	0,18
<i>Lampanyctus</i> sp.	0,03	0,80	0,03
<b>Sphyraenidae</b>			
<i>Sphyraena</i> sp.	0,13	0,80	0,03
<b>Phosichthyidae</b>			
<i>Vinciguerria lucetia</i>	0,53	2,40	0,30
<b>Gonostomatidae</b>			
<i>Gonostoma</i> sp.	0,29	1,60	0,06
<b>Engraulidae</b>			
Engraulidae n/i	0,57	2,40	0,09
<i>Engraulis ringens</i>	9,90	4,80	0,82
<i>Cetengraulis mysticetus</i>	6,59	12,00	0,85
<i>Anchoa nasus</i>	0,89	3,20	0,12
<b>Triglidae</b>			
<i>Prionotus stephanophrys</i>	14,80	5,60	0,94
<b>Scorpaenidae</b>			
<i>Pontinus</i> sp.	0,11	0,80	0,03
<b>Ophichthidae</b>			
<i>Ophichthus remiger</i>	0,20	0,80	0,03
<b>Lophiidae</b>			
<i>Lophiodes caulinaris</i>	0,36	1,60	0,09
<b>MONI</b>	0,45	5,60	0,03



Las presas predominantes fueron crustáceos indeterminados (%FO= 27,2; %P= 5,6, %N= 1,33), el Euphausiidae *Nyctiphanes simplex* Hansen (%FO=18; %P= 35,22; %N= 91,50), y Cephalopoda indeterminados (%FO= 16,8; %P= 4,84; %N= 0,97) (Tabla 9).

The predominant prey was indeterminate crustaceans (%FO= 27.2, %P= 5.6, %N= 1.33), the Euphausiidae *Nyctiphanes simplex* Hansen (%FO=18, %P= 35.22, %N= 91.50), indeterminate Cephalopoda (%FO= 16.8, %P= 4.84, %N= 0.97) (Table 9).

En ambos sexos, los crustáceos fueron relevantes en la dieta. Adicionalmente, en el caso de las hembras, destacaron *N. simplex*, y otros Teleostei; mientras que en machos fueron *C. mysticetus*, *N. simplex* y otros Engraulidae (Fig. 20). No se encontraron diferencias entre los principales grupos taxonómicos determinados (Cephalopoda, Crustacea y Teleostei) en términos de FO absoluta (Mann-Whitney test, p= 0,40).

In both sexes, crustaceans were relevant in the diet. Additionally, in the case of females, *N. simplex*, and other Teleostei stood out; while in males, *C. mysticetus*, *N. simplex*, and other Engraulidae were the predominant ones (Fig. 20). No differences were found between the main taxonomic groups determined (Cephalopoda, Crustacea, and Teleostei) in terms of absolute FO (Mann-Whitney test, p= 0.40).

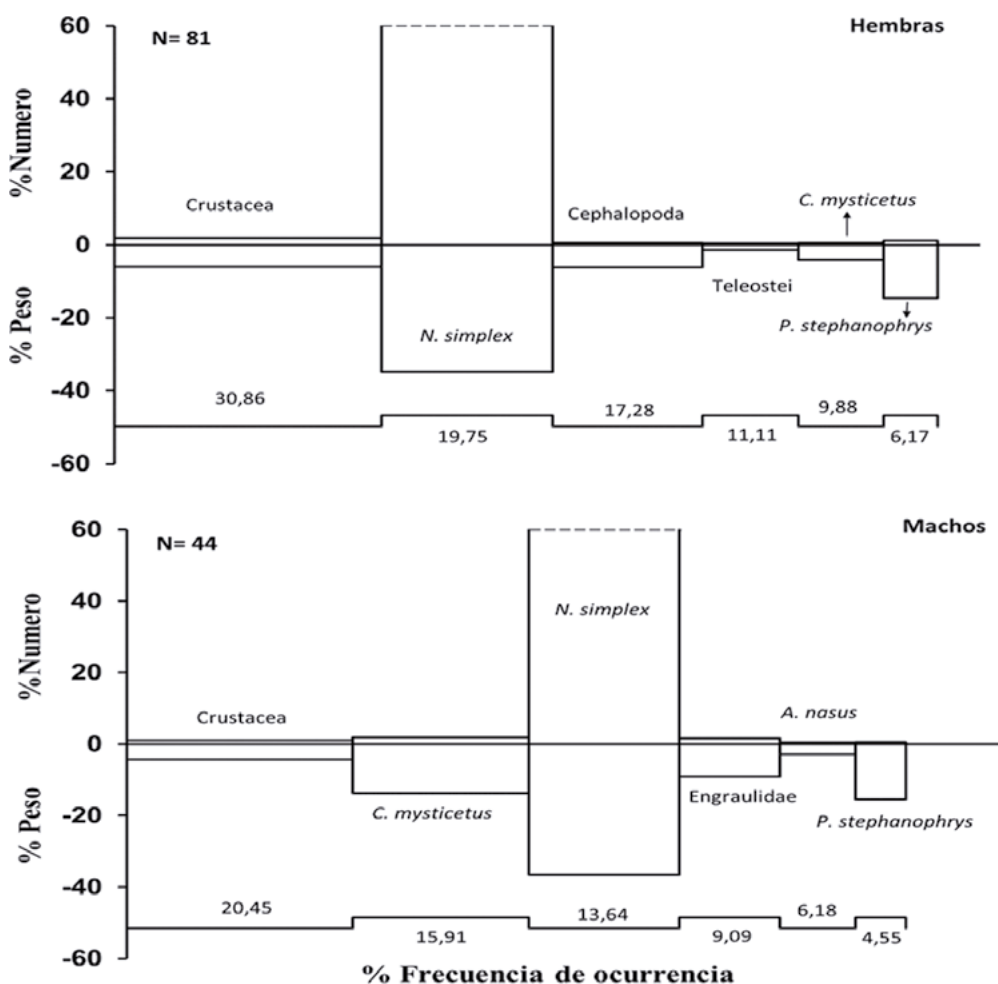


Figura 20.- Composición por porcentaje en número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) de las principales presas en el contenido estomacal de hembras y machos de *D. gigas*. Crucero BIC Flores 16.06-07. Arte: pinta

Figure 20. Composition by percentage in number (%N), weight (%P) and frequency of occurrence (%FO) of the main prey in the stomach content of females and males of *D. gigas*. Cruise R/V Flores 1606-07. Fishing gear: handline

Con relación a la composición de la dieta, en términos de FO por rangos de talla ( $\leq 30$ , 31-40, 41-50 cm), no se observaron diferencias estadísticas (Kruskal-Wallis-test, chi-cuadrado= 5,88,  $p= 0,053$ ). En los ejemplares más pequeños ( $\leq 30$  cm), destacaron *Diogenichthys laternatus* Garman, Crustacea indeterminados, además de otros peces mictófid; en los rangos de 31-40 y 41-50 cm hubo predominancia de Crustacea, *N. simplex*, Cephalopoda indeterminados, entre otros (Fig. 21).

Regarding diet composition, in terms of FO by length ranges ( $\leq 30$ , 31-40, 41-50 cm), no statistical differences were observed (Kruskal-Wallis-test, chi-square= 5.88,  $p= 0.053$ ). In the smaller specimens ( $\leq 30$  cm), *Diogenichthys laternatus* Garman, indeterminate Crustacea, in addition to other myctophid fish stood out; in the ranges of 31-40 and 41-50 cm, there was a predominance of Crustacea, *N. simplex*, indeterminate Cephalopoda, among others (Fig. 21).

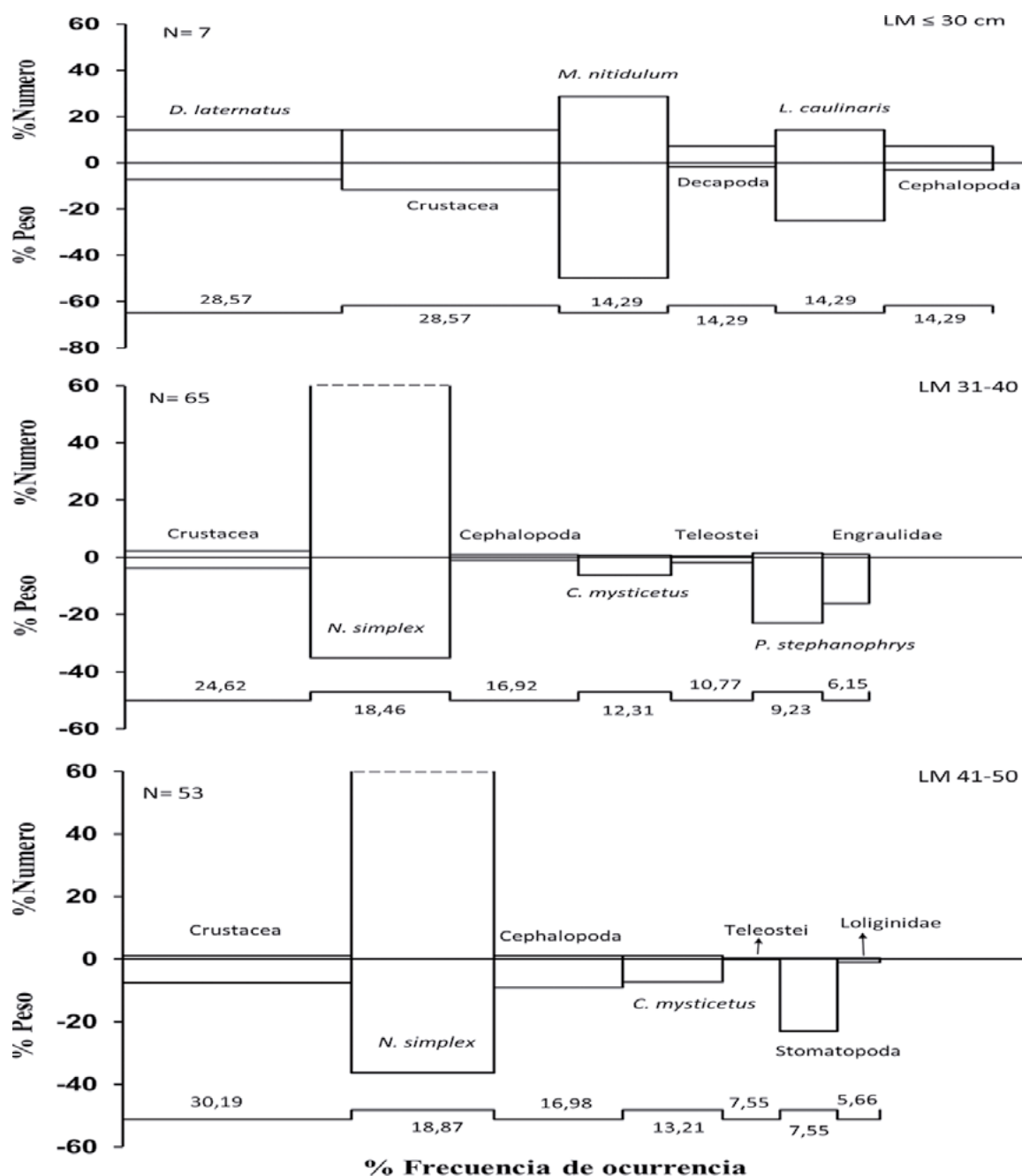


Figura 21.- Composición por porcentaje en número (%N), peso (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO) de las principales presas en el contenido estomacal de *D. gigas* según rangos de LM (cm). Crucero BIC Flores 1606-07. Arte: pinta

Figure 21. Composition by percentage in number (%N), weight (%P), and frequency of occurrence (%FO) of the main prey in the stomach content of *D. gigas* in terms of ML ranges (cm). Cruise R/V Flores 1606-07. Fishing gear: handline

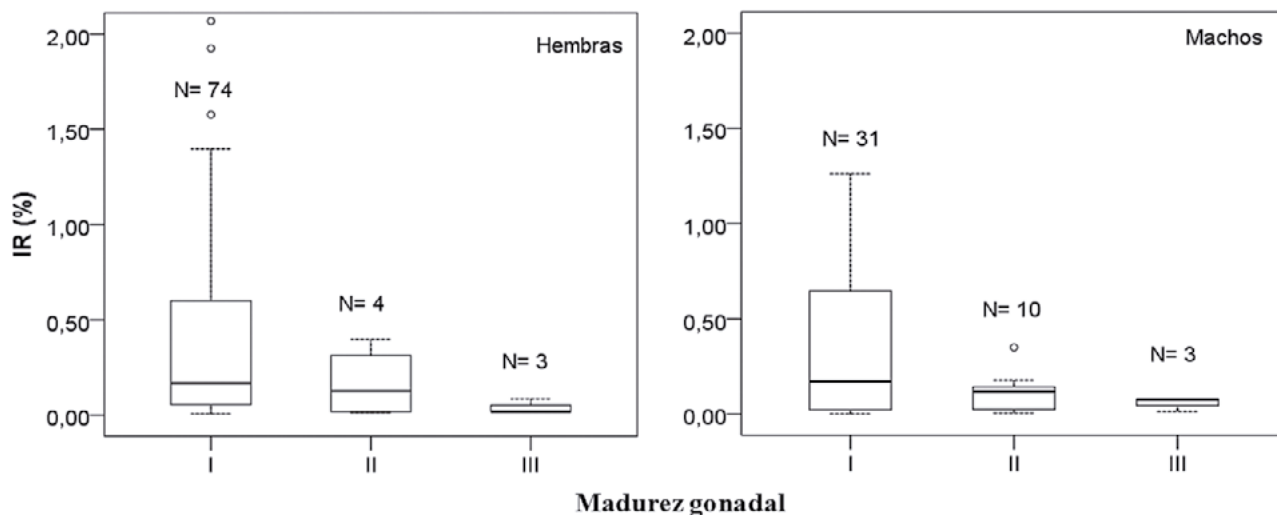


Figura 22.- Índice de repleción (IR) en hembras y machos de *D. gigas* por estadios de madurez gonadal. Crucero BIC Flores 1606-07. Arte: pinta

Figure 22. Fullness weight index (FWI) in females and males of *D. gigas* by gonadal maturity stages. Cruise R/V Flores 1606-07. Fishing gear: handline

### Índice de repleción por sexos, estadios de madurez gonadal y longitud del manto

En relación al IR por sexos, no hubo diferencias estadísticas entre machos ( $0,31 \pm 0,45$ ) y hembras ( $0,48 \pm 0,75$ ) (Mann-Whitney U-test,  $p = 0,13$ ).

Por estadios de madurez gonadal los valores de IR fluctuaron entre  $0,04 \pm 0,038$  (maduro) y  $0,52 \pm 0,77$  (inmaduro) en hembras, y de  $0,05 \pm 0,037$  (maduro) a  $0,39 \pm 0,51$  (inmaduro) en machos (Fig. 22). El análisis estadístico mostró que no hubo diferencias entre los estadios determinados, tanto en hembras como en machos (Kruskal-Wallis-test, hembras:  $\chi^2 = 5,36$ ,  $p = 0,069$ ; machos:  $\chi^2 = 1,94$ ,  $p = 0,38$ ).

Así mismo, el IR por rangos de talla, no mostró diferencias estadísticas (Kruskal-Wallis-test,  $\chi^2 = 1,99$ ,  $p = 0,37$ ).

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Pulpo *Octopus mimus*

Los resultados obtenidos en el periodo de estudio, indican que la dieta del pulpo *O. mimus* en el área de las islas frente a la bahía del Callao se compone principalmente de crustáceos decápodos, en concordancia con los resultados detectados en los años 2014 y 2015 (CISNEROS 2016 a y b). De igual modo son similares a los encontrados en *O. mimus* del norte de Chile (CORTEZ *et al.* 1995) y en otras

### Fullness weight index by sexes, gonadal maturity stages, and mantle length

Regarding FWI by sexes, there were no statistical differences between males ( $0.31 \pm 0.45$ ) and females ( $0.48 \pm 0.75$ ) (Mann-Whitney U-test,  $p = 0.13$ ).

By gonadal maturity stages, the FWI values ranged from  $0.04 \pm 0.038$  (mature) to  $0.52 \pm 0.77$  (immature) in females, and from  $0.05 \pm 0.037$  (mature) to  $0.39 \pm 0.51$  (immature) in males (Fig. 22). Statistical analysis showed that there were no differences between the determined stages in both females and males (Kruskal-Wallis-test, females:  $\chi^2 = 5.36$ ,  $p = 0.069$ ; males:  $\chi^2 = 1.94$ ,  $p = 0.38$ ).

Likewise, the FWI by length ranges showed no statistical differences (Kruskal-Wallis-test,  $\chi^2 = 1.99$ ,  $p = 0.37$ ).

## 4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

### Octopus *Octopus mimus*

The results obtained in the study period indicate that the diet of *O. mimus* in the area of the islands located off the Callao Bay is composed mainly of decapod crustaceans, which is consistent with the results detected in 2014 and 2015 (CISNEROS 2016 a y b). They are also similar to those found in *O. mimus* in northern Chile (CORTEZ *et al.* 1995) and in other latitudes, as well as in other species

latitudes, así como en otras especies (SÁNCHEZ y OBARTI 1993, GRUBERT *et al.* 1999, IBÁÑEZ y CHONG 2008, IBÁÑEZ *et al.* 2009, BOUTH *et al.* 2011).

Con respecto al IR por estadios de madurez gonadal con relación a años anteriores, las hembras desovadas (2014) presentaron menor IR que las maduras, difiriendo de 2015 y 2016, en que no se reportó hembras desovadas con contenido estomacal y en los machos (2014, 2016) no se presentaron diferencias entre estadios; sin embargo, en 2015 los machos desovantes/desovados mostraron menor IR que los maduros (CISNEROS 2016 a, b). En este sentido, algunos autores como ARMENDÁRIZ *et al.* (2014), QUETGLAS *et al.* (2005), BOYLE y RODHOUSE (2005) mencionan que la hembra disminuye notablemente la ingesta de alimento durante la reproducción, lo que puede ser similar en machos.

En cuanto a variaciones estacionales de las principales presas, se observó que *P. desmarestii* tuvo una FO variable, destacando principalmente en las estaciones cálidas (verano y otoño) similar a lo reportado en el 2014 (CISNEROS 2015) difiriendo del 2015 en que esta presa fue predominante en todas las estaciones.

En el caso de *Synalpheus spinifrons* tuvo poca presencia en el 2014; sin embargo, en 2015 y 2016 se presentó durante todo el año, al igual que otras especies de la familia Alpheidae, tales como *Alpheus inca* y *A. chilensis*, lo cual podría estar asociado al incremento de la temperatura que se presentó en esos años, por efecto de El Fenómeno El Niño (ENFEN 2015 a, b; ENFEN 2017, TAKAHASHI 2017). En este sentido ARMENDÁRIZ *et al.* (2014) mencionan que la proporción de las presas puede variar en forma diaria o estacional y la dieta de los pulpos puede estar influenciada por variables ambientales y disponibilidad de las presas.

En cuanto al IR estacional difiere con lo reportado en el 2014, en que fue mayor en otoño-primavera; sin embargo, en 2015 y 2016 no hubo diferencia entre estaciones, situación que pudo estar influenciada por mayor oferta de presas, debido al aumento de la temperatura en la costa peruana en ese periodo, en que se detectó anomalías positivas en la temperatura superficial del mar. Cabe indicar en este punto que CORTEZ *et al.* (1995) mencionan que *O. mimus*, al igual que otras especies de pulpos, parece ser un

(SÁNCHEZ & OBARTI 1993, GRUBERT *et al.* 1999, IBÁÑEZ & CHONG 2008, IBÁÑEZ *et al.* 2009, BOUTH *et al.* 2011).

Regarding the FWI by gonadal maturity stages, as compared to previous years, the spawned females (2014) presented lower FWI than the mature ones, which differed from 2015 and 2016, when no spawned females with stomach content were reported, and in the males (2014, 2016), there were no differences between stages. However, in 2015 the spawning/spawned males showed lower FWI than the mature ones (CISNEROS 2016 a, b). In this respect, some authors such as ARMENDÁRIZ *et al.* (2014), QUETGLAS *et al.* (2005), BOYLE & RODHOUSE (2005) point out that the female significantly decreases its food intake during reproduction, which may be similar in males.

As for seasonal variations of the main preys, it was observed that *P. desmarestii* had a variable FO, standing out mainly in the warm seasons (summer and autumn) similar to that reported in 2014 (CISNEROS 2015) which differs from 2015 when this prey was predominant in all seasons.

In the case of *Synalpheus spinifrons*, it had little presence in 2014. However, in 2015 and 2016, it occurred throughout the year, as did other species of the family Alpheidae, such as *Alpheus inca* and *A. chilensis*, which could be associated with the increase in temperature that occurred in those years, due to the effect of the El Niño phenomenon (ENFEN 2015 a, b; ENFEN 2017, TAKAHASHI 2017). In this regard, ARMENDÁRIZ *et al.* (2014) mention that the proportion of prey may vary on a daily or seasonal basis and the diet of octopuses may be influenced by environmental variables and prey availability.

As for seasonal FWI, it differs from what was reported in 2014, when it was higher in autumn-spring. However, in 2015 and 2016 there was no difference between seasons, a situation that could be influenced by a greater supply of prey, due to the increase in temperature on the Peruvian coast in that period, in which positive anomalies were detected in the sea surface temperature. It is worth mentioning that CORTEZ *et al.* (1995) state that *O. mimus*, like other octopus species, seems

*depredador oportunista*, por lo que adoptaría diversos comportamientos, consumiendo una variedad de presas, lo que podría ser ventajoso durante eventos El Niño, en que debería esperarse un incremento en la tasa de crecimiento y abundancia de este cefalópodo, así como una digestión rápida y altas raciones diarias de alimento.

La dieta del pulpo en Callao y en Ilo difirieron, siendo presas dominantes los cangrejos *P. desmarestii* y *P. perlatus*, respectivamente; así mismo, coincidieron en la ingesta de camarones de la familia Alpheidae (*Synalpheus spinifrons* y *Alpheus inca*) durante el otoño 2016.

### Calamar común *Doryteuthis gahi*

Un alto porcentaje de estómagos de *D. gahi* estuvo vacío y los que tenían alimento presentaron presas altamente digeridas y trituradas, similar a lo reportado en otros calamares (LORDAN *et al.* 1998, ARIZMENDI *et al.* 2011).

Los resultados obtenidos en el periodo de estudio indican que la dieta del calamar común en el área de las islas frente a la bahía del Callao se compone principalmente de peces. Los Teleostei indeterminados no pudieron ser reconocidos debido a la ausencia de otolitos, ya que solo se encontraron restos de vértebras, espinas y escamas. Esta problemática también fue reportada por otros autores (ROSAS-LUIS *et al.* 2016) dado que las cabezas de las presas largas no son consumidas y las partes duras son expulsadas (COELHO *et al.* 1997, ARIZMENDI *et al.* 2011).

La presencia de peces como presa dominante coincide con lo manifestado por otros autores en calamares de otras latitudes, tales como *Onykia ingens* (ROSAS-LUIS *et al.* 2016, SANTOS y HAIMOVICI 1997), *Lolliguncula panamensis* (ARIZMENDI *et al.* 2011), *Architeuthis dux* (BOLSTAD y O'SHEA 2004), *Todaropsis eblanae* e *Illex coindetii* (LORDAN *et al.* 1998, RASERO *et al.* 1996), *Loligo forbesi*, *Loligo vulgaris* (PIERCE *et al.* 1994, ROCHA *et al.* 1994). Sin embargo, fue diferente a lo reportado por ROSAS-LUIS *et al.* (2014) para *D. gahi* de La Patagonia, IVANOVIC y BRUNETTI (1994) para *Illex argentinus*, quienes encontraron que los crustáceos fueron la presa dominante.

El espectro alimentario de una especie está relacionado con las presas más disponibles y

*to be an opportunistic predator*, so it would adopt diverse behaviors, by consuming a variety of prey, which could be advantageous during the El Niño events, in which an increase in the growth rate and abundance of this cephalopod should be expected, as well as rapid digestion and high daily food rations.

The octopus diet in Callao and Ilo differed, being the dominant prey the crabs *P. desmarestii* and *P. perlatus*, respectively; likewise, they coincided in the ingestion of shrimp of the family Alpheidae (*Synalpheus spinifrons* and *Alpheus inca*) in autumn 2016.

### Common squid *Doryteuthis gahi*

A high percentage of *D. gahi* stomachs were empty and those with food presented highly digested and crushed prey, similar to what was reported in other squids (LORDAN *et al.* 1998, ARIZMENDI *et al.* 2011).

The results obtained in the study period indicate that the diet of the common squid in the area of the islands located off the Callao Bay is composed mainly of fish. The indeterminate Teleostei could not be recognized due to the absence of otoliths, as only vertebrae, spines, and scales were found. This problem was also reported by other authors (ROSAS-LUIS *et al.* 2016) since the heads of the long prey are not consumed and the hard parts are expelled (COELHO *et al.* 1997, ARIZMENDI *et al.* 2011).

The presence of fish as dominant prey coincides with what has been expressed by other authors specialized in squids from other latitudes, such as *Onykia ingens* (ROSAS-LUIS *et al.* 2016, SANTOS & HAIMOVICI 1997), *Lolliguncula panamensis* (ARIZMENDI *et al.* 2011), *Architeuthis dux* (BOLSTAD & O'SHEA 2004), *Todaropsis eblanae* and *Illex coindetii* (LORDAN *et al.* 1998, RASERO *et al.* 1996), *Loligo forbesi*, *Loligo vulgaris* (PIERCE *et al.* 1994, ROCHA *et al.* 1994). Nevertheless, it was different from what was reported by ROSAS-LUIS *et al.* (2014) for *D. gahi* in Patagonia and IVANOVIC & BRUNETTI (1994) for *Illex argentinus*, who found that crustaceans were the dominant prey.

The food spectrum of a species is related to the most available prey and in general, pelagic

por lo general, las especies pelágicas tienden a capturar principalmente peces, mientras que las bentónicas depredan sobre los crustáceos (COELHO *et al.* 1997, QUETGLAS *et al.* 1999).

Además de peces, la dieta estuvo complementada por crustáceos y poliquetos Nereidae, lo que indicaría que *D. gahi* pudo alimentarse tanto en la zona pelágica (presas pelágicas) como en el fondo (presas bentónicas) similar a lo encontrado en otras especies de calamares (PIERCE *et al.* 1994, ROCHA *et al.* 1994, COELHO *et al.* 1997, SANTOS y HAIMOVICI 1997, LORDAN *et al.* 1998, QUETGLAS *et al.* 1999).

Las hembras tuvieron mayor IR que los machos, similar a lo encontrado en 2014 y 2015 (CISNEROS 2016a). En este sentido, QUETGLAS *et al.* (1999) mencionan que hay mayor demanda energética de las hembras para la producción de huevos, tal como se ha observado en otros cefalópodos (CORTEZ *et al.* 1995).

Al contrario de los machos, las hembras no presentaron diferencias en el IR por estadios de madurez gonadal, similar a lo observado en 2014. En este aspecto IVANOVIC y BRUNETTI (1994) mencionan que los calamares maduros continúan alimentándose, pero con menor intensidad que los inmaduros, proponiendo que este comportamiento está más relacionado con la talla de los individuos que con la madurez. En *Illex illecebrosus* se demostró con experimentos de laboratorio, que las hembras completamente maduras tuvieron alimentación continua hasta unos días antes del desove (IVANOVIC y BRUNETTI 1994). Del mismo modo, ROCHA *et al.* (1994) mencionan que las hembras aumentaron la tasa de ingestión durante la maduración.

Las diferencias en el IR estacional, estarían asociadas al aumento de temperatura originada por El Niño Costero que se manifestó entre enero-junio, y diciembre de 2016 (ENFEN 2017, TAKAHASHI 2017). Estos resultados son distintos a los hallados en 2014, en que los mayores valores del IR se presentaron en los meses cálidos (verano y primavera) (CISNEROS 2015). En 2015, sólo se determinó IR en primavera, ya que no hubo pesquería de esta especie en verano-invierno, lo cual pudo deberse al Niño Costero fuerte que se desarrolló de abril a diciembre de 2015 (ENFEN 2015 a, b).

species tend to catch mainly fish, while benthic species prey on crustaceans (COELHO *et al.* 1997, QUETGLAS *et al.* 1999).

In addition to fish, the diet was supplemented by crustaceans and polychaetes Nereidae, which would suggest that *D. gahi* was able to feed both in the pelagic zone (pelagic prey) and on the bottom (benthic prey) similar to what was found in other squid species (PIERCE *et al.* 1994, ROCHA *et al.* 1994, COELHO *et al.* 1997, SANTOS y HAIMOVICI 1997, LORDAN *et al.* 1998, QUETGLAS *et al.* 1999).

Females had a higher FWI than males, similar to what was found in 2014 and 2015 (CISNEROS 2016a). In this respect, QUETGLAS *et al.* (1999) state that there is greater energy demand from females for egg production, as has been observed in other cephalopods (CORTEZ *et al.* 1995).

Unlike males, females did not show differences in FWI by gonadal maturity stages, similar to what was observed in 2014. In this respect, IVANOVIC & BRUNETTI (1994) mention that mature squid continue to feed, but with less intensity than immature squids, claiming that this behavior is more related to the size of individuals than to maturity. Laboratory experiments in *Illex illecebrosus* showed that fully mature females had continuous feeding until a few days before spawning (IVANOVIC & BRUNETTI 1994). Similarly, ROCHA *et al.* (1994) mention that females increased the rate of food intake during maturation.

The differences in the seasonal FWI would be associated with the increase in temperature caused by the El Niño Costero that occurred between January-June and December 2016 (ENFEN 2017, TAKAHASHI 2017). These results are different from those found in 2014 when the highest FWI values were found in the warm months (summer and spring) (CISNEROS 2015). In 2015, the FWI was only determined in spring, as there was no fishery for this species in summer-winter, which could be due to the strong Niño Costero that developed from April to December 2015 (ENFEN 2015 a, b).

### Calamar gigante *Dosidicus gigas*

La composición de presas en la dieta del calamar gigante *D. gigas*, procedente del monitoreo biológico pesquero del recurso durante 2016, presentó variaciones estacionales y regionales; estos cambios estacionales pudieron estar influenciados por las anomalías positivas en la temperatura superficial del mar que se registraron entre enero-junio y diciembre del 2016, debido al Fenómeno El Niño Costero (ENFEN 2017).

El consumo de *V. lucetia*, suele ser frecuente en *D. gigas* del norte del ecosistema de la Corriente de Humboldt. En este sentido ROSAS-LUIS *et al.* (2011) describieron que en el periodo 2007-2008 (cruceros IMARPE) hubo una estrecha relación trófica entre *V. lucetia* y *D. gigas* en un estudio basado en análisis de contenido estomacal y evaluación acústica, cuando *V. lucetia* fue la presa más importante, además de peces mictófidios, cefalópodos y *P. monodon*. Así mismo, en el periodo 2004 a 2011 (muestras de la flota industrial), *V. lucetia* fue la segunda presa más frecuente (después de los cefalópodos) (ALEGRE *et al.* 2014) y la más importante durante invierno-primavera del 2008 y verano del 2010 (BLASKOVIC' *et al.* 2009, 2011).

El espectro alimentario del calamar gigante procedente del crucero 1606-07, presentó diferencias con respecto a la dieta de ejemplares capturados por embarcaciones artesanales; en el primer caso, las presas más frecuentes fueron crustáceos indeterminados y eufáusidos. Coincidentemente, IBÁÑEZ *et al.* (2008) mencionan que el contenido estomacal de *D. gigas* puede variar con el origen de las muestras, así mismo que la dieta puede presentar cambios asociados con la profundidad de captura.

La composición de la dieta de acuerdo al tamaño y sexo, no presentó diferencias en relación a la frecuencia de la presa principal (crustáceos), similar a lo observado por MARKAIDA y SOSA-NISHIZAKI (2003) en *D. gigas* del Golfo de California.

En relación con otras presas de peces, los mictófidios (*D. laternatus* y *M. nitidilum*) se hallaron en menor proporción, excepto en los ejemplares  $\leq 30$  cm, en los cuales presentaron mayor frecuencia, con respecto a las tallas más grandes (31-50 cm). Del mismo modo, ALEGRE *et al.* (2014) reportaron que

### Jumbo flying squid *Dosidicus gigas*

The prey composition in the diet of the jumbo flying squid *D. gigas*, from the biological-fisheries monitoring of the resource in 2016, presented seasonal and regional variations; these seasonal changes could be influenced by the positive anomalies in the sea surface temperature that were registered between January - June and December 2016, due to the El Niño Costero phenomenon (ENFEN 2017).

The consumption of *V. lucetia* is usually frequent in *D. gigas* of the northern Humboldt Current ecosystem. In this regard, ROSAS-LUIS *et al.* (2011) described that in the period 2007-2008 (IMARPE's cruises) there was a close trophic relationship between *V. lucetia* and *D. gigas* in a study based on the analysis of stomach contents and acoustic assessment, when *V. lucetia* was the most important prey, in addition to myctophid fish, cephalopods, and *P. monodon*. Likewise, in the period 2004 to 2011 (samples from the industrial fleet), *V. lucetia* was the second most frequent prey (after cephalopods) (ALEGRE *et al.* 2014) and the most important in winter-spring 2008 and summer 2010 (BLASKOVIC' *et al.* 2009, 2011).

The food spectrum of the jumbo flying squid from the cruise 1606-07 presented differences compared to the diet of specimens captured by artisanal vessels; in the first case, the most frequent prey were indeterminate crustaceans and euphausiids. Coincidentally, IBÁÑEZ *et al.* (2008) reported that the stomach content of *D. gigas* may vary with the origin of the samples, as well as that the diet may show changes associated with the depth of capture.

Diet composition by size and sex did not differ in relation to the frequency of the main prey (crustaceans), similar to what was observed by MARKAIDA & SOSA-NISHIZAKI (2003) in *D. gigas* of the Gulf of California.

Regarding other fish prey, the myctophids (*D. laternatus* and *M. nitidilum*) were found in smaller proportion, except in the specimens  $\leq 30$  cm, in which they presented greater frequency, with respect to the larger sizes (31-50 cm). Similarly, ALEGRE *et al.* (2014) reported that consumption of

el consumo de *Myctophum* sp. disminuyó con el incremento en tamaño de *D. gigas*. En este aspecto, se conoce que los calamares Ommastrephidae oceánicos de tamaño mediano, consumen principalmente peces de este grupo (MARKAIDA Y SOSA-NISHIZAKI 2003).

Finalmente podemos inferir que la dieta de los cefalópodos estudiados durante 2016, en la mayoría de casos (pulpo y calamar común) presentó variaciones con respecto a años anteriores, observándose la influencia del Fenómeno El Niño Costero sobre el comportamiento alimentario.

### Agradecimientos

Al personal del Área Funcional de Investigaciones de Invertebrados Marinos y Macroalgas, por el suministro de muestras, datos biológicos y biométricos. Al Biólogo Ricardo Tafur por el apoyo durante el análisis de muestras de *D. gigas*. A la Bióloga Verónica Blaskovic' por sus aportes para la mejora del manuscrito.

*Myctophum* sp. was reduced by the increase in the size of *D. gigas*. In this sense, it is known that the oceanic squids Ommastrephidae of medium size, consume mainly fish of this group (MARKAIDA & SOSA-NISHIZAKI 2003).

Finally, we can infer that the diet of the cephalopods studied in 2016, in most cases (octopus and common squid) showed variations when compared to previous years and it is possible to observe the influence of the El Niño Costero phenomenon on their feeding behavior.

### Acknowledgments

To the staff of the Functional Area for Marine Invertebrates and Macroalgae Research, for the supply of samples, biological and biometric data. To Biol. Ricardo Tafur for his support in the analysis of *D. gigas* samples. To Biol. Verónica Blaskovic' for her contributions to the improvement of the manuscript.

## 5. REFERENCIAS / REFERENCES

- ALEGRE A, MENARD F, TAFUR R, ESPINOZA P, ARGUELLES J, MAEHARA V, FLORES O, SIMIER M, BERTRAND A. 2014. Comprehensive model of jumbo squid *Dosidicus gigas* trophic ecology in the Northern Humboldt Current System. PLoS ONE. 9(1): 11 pp. e85919. doi:10.1371/journal.pone.0085919.
- ARIZMENDI-RODRÍGUEZ D I, CRUZ-ESCALONA V H, QUINONEZ-VELAZQUEZ C, SALINAS-ZAVALA C A. 2011. Feeding habits of the Panama brief squid (*Lolliguncula panamensis*) in the Gulf of California, México. Journal of Fisheries and Aquatic Science. 6(2): 194 - 201.
- ARGÜELLES J, LORRAIN A, CHEREL Y, GRACO M, TAFUR R, ALEGRE A, ESPINOZA P, TAIPE A, AYÓN P, BERTRAND A. 2012. Tracking habitat and resource use for the jumbo squid *Dosidicus gigas*: a stable isotope analysis in the Northern Humboldt Current System. Marine Biology. 159: 2105 - 2116.
- ARKHIPKIN A, HATFIELD E M C, RODHOUSE P. 2013. Chapter 5 - *Doryteuthis gahi*, Patagonian long-finned squid. P. 123-158. In: Rosa R, O'Dor R, Pierce GJ (Eds). Advances in squid biology, ecology and fisheries. Part I- Myopsid squids. Nova Science Publishers, Inc. 333 pp.
- ARMENDARIZ E J, CEBALLOS-VAZQUEZ B P, MARKAIDA U, ABITIA-CÁRDENAS A, MEDINA-LÓPEZ M A, ARELLANO-MARTÍNEZ M. 2014. Diet of *Octopus bimaculatus* Verril, 1883 (Cephalopoda: Octopodidae) in Bahía De Los Angeles, Gulf of California. Journal of Shellfish Research. 33(1): 305 - 314.
- BLASKOVIC' V, ALEGRE A, TAFUR R. 2009. Depredación del calamar gigante *Dosidicus gigas* sobre los principales recursos pesqueros en el litoral peruano durante el 2008. Inf interno Inst Mar Perú. 16 pp.
- BLASKOVIC' V, ALEGRE A, TAFUR R. 2011. Alimentación del calamar gigante *Dosidicus gigas* (Cephalopoda) en aguas peruanas (2010). Inf interno Inst Mar Perú. 17 pp.
- BOLSTAD K S, O'SHEA S. 2004. Gut contents of a giant squid *Architeuthis dux* (Cephalopoda: Oegopsida) from New Zealand waters. New Zealand Journal of Zoology. 31: 15 - 21.
- BOUTH H F, LEITE T S, DE LIMA F D, LINS OLIVEIRA J E. 2011. Atol das Rocas: an oasis for *Octopus insularis* juvenil és (Cephalopoda: Octopodidae). Zoologia. 28 (1): 45 - 52.
- BOYLE P R, NGOILE M A K. 1993. Assessment of maturity state and seasonality of reproduction in *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) from Scottish waters. In: Recent advances in cephalopod fisheries biology (ed. T. Okutani et al.), Tokyo: Tokai University Press. 37 - 48.
- BOYLE P, RODHOUSE P. 2005. Cephalopods: Ecology and Fisheries. Blackwell Science Ltda. 452 pp.
- CISNEROS R. 2015. Ecología trófica del calamar común *Doryteuthis gahi* D'Orbigny 1835 (Cephalopoda:



- Loliginidae) durante el periodo 2014-2015. Inf Interno Inst Mar Perú. 14 p.
- CISNEROS R. 2016a. Ecología trófica del pulpo *Octopus mimus* Gould 1852 (Cephalopoda: Octopodidae) durante invierno 2013 al invierno 2014 en la Bahía del Callao. Inf Inst Mar Perú. 43(1): 37 - 45.
- CISNEROS R. 2016b. Hábitos alimentarios de *Octopus mimus* Gould 1852, *Doryteuthis gahi* d'Orbigny 1835 y *Dosidicus gigas* d'Orbigny 1835 (Cephalopoda) durante 2015. Informe Técnico Anual Inst Mar Perú. 25 p.
- COELHO M, DOMINGUES P, BALGUERIAS E, FERNANDEZ M, ANDRADE J P. 1997. A comparative study of the diet of *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1799) (Mollusca: Cephalopoda) from the south coast of Portugal and the Saharan Bank (Central-East Atlantic). Fisheries Research. 29(3): 245 - 255.
- CORTEZ T, CASTRO B G, GUERRA A. 1995. Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile waters. Marine Biology. 123(3): 497 - 503.
- ENFEN. 2015a. Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota técnica ENFEN 02-2015. 7pp.
- ENFEN. 2015b. Estado del sistema de alerta: Alerta de El Niño Costero. Nota técnica ENFEN 13-2015. 2 pp.
- ENFEN. 2017. Eventos El Niño y La Niña Costeros. Comunicado oficial del Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). <file:///D:/El%20Ni%C3%B1o%20La%20Ni%C3%B1a%20Costeros%20-20IGP.html>.
- GARCÍA-GODOS I. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Bol Inst Mar Perú. 20(1-2): 46.
- GASALLA M A, RODRIGUES A R, POSTUMA F A. 2010. The trophic role of the squid *Loligo plei* as a keystone species in the South Brazil Bight ecosystem. ICES Journal of Marine Science. 67: 1413 - 1424.
- GRISLEY M S, BOYLE P R, KEY L N. 1996. Eye puncture as a route of entry for saliva during predation on crabs by the octopus *Eledone cirrhosa* (Lamarck). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 202(2): 225 - 237.
- GRUBERT M A, WADLEY V A, WHITE R W G. 1999. Diet and feeding strategy of *Octopus maorum* in southeast Tasmania. Bulletin of Marine Science. 65(2): 441 - 451.
- HANLON R T, FORSYTHE J W. 2008. Sexual cannibalism by *Octopus cyanea* on a Pacific coral reef. Marine and Freshwater Behavior and Physiology. 41(1): 19 - 28.
- HASTIE L C, PIERCE G J, WANG J, BRUNO I, MORENO A, PIATKOWSKI U, ROBI J P. 2009. Cephalopods in the north-eastern Atlantic: species, biogeography, ecology exploitation and conservation. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. 47: 111 - 190.
- HYSLOP E J. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. Journal of Fish Biology. 17: 411 - 429.
- IBÁÑEZ C M, ARANCIBIA H, CUBILLOS L A. 2008. Biases in determining the diet of jumbo squid *Dosidicus gigas* d'Orbigny 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern-central Chile (34°S-40°S). Helgol. Mar. Res. 62: 331 - 338.
- IBÁÑEZ C, CHONG J. 2008. Feeding ecology of *Enteroctopus megalocyathus* (Cephalopoda: Octopodidae) in Southern Chile. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 88(4): 793 - 798.
- IBÁÑEZ C, SEPÚLVEDA R, SANHUEZA E, RUIZ J F, CHONG J. 2009. Estrategias de forrajeo de *Robsonella fontaniana* (d'Orbigny, 1834) (Cephalopoda: Octopodidae). Revista de Biología Marina y Oceanografía. 44(2): 277 - 283.
- IVANOVIC M L, BRUNETTI N E. 1994. Food and feeding of *Illex argentinus*. Antarctic Science. 6(2): 185 - 193.
- JEREB P, ROPER C F E, NORMAN M D, FINN J K. 2016. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. Rome, FAO. 4(3): 370 p. 11 color plates.
- LEITE T S, HAIMOVICI M, MATHER J A. 2009. *Octopus insularis* (Octopodidae), evidences of a specialized predator and a time-minimizing hunter. Mar Biol. 156(11): 2355 - 2367.
- LORDAN C, BURNELL G M, CROSS T F. 1998. The diet and ecological importance of *Illex coindetii* and *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Irish waters. South African Journal of Marine Science. 20(1): 153 - 163.
- MARKAIDA U, SOSA-NISHIZAKI O. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, México. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 83(3): 507 - 522.
- 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: 1 - 170.
- NACARINO M. 1997. Estudio de la madurez sexual de *Octopus mimus* Gould, 1852 (Cephalopoda: Octopoda) en Pucusana - Lima. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología, Universidad Ricardo Palma. 95 pp.
- PIERCE G J, BOYLE P R, HASTIE L C, BEGOÑA SANTOS M. 1994. Diets of squid *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris* in the northeast Atlantic. Fisheries Research. 21 (1-2): 149 - 163.
- QUETGLAS A, ALEMANY F, CARBONELL A, MERELLA P, SANCHEZ P. 1999. Diet of the European flying squid

- Todarodes sagittatus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in the Balearic Sea (western Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association*. 79: 479 - 486.
- QUETGLAS A, GONZALEZ M, FRANCO I. 2005. Biology of the upper-slope cephalopod *Octopus salutii* from the western Mediterranean Sea. *Marine Biology*. 146: 1131 - 1138.
- RASERO M, GONZALEZ A, CASTRO B, GUERRA A. 1996. Predatory relationships of two sympatric squid, *Todaropsis eblanae* and *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Galician waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 76: 73 - 87.
- ROCHA F, CASTRO B G, GIL M S, GUERRA A. 1994. The diets of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Northwestern Spanish Atlantic waters. *Sarsia*. 79: 119 - 126.
- ROSAS-LUIS R, TAFUR-JIMENEZ R, ALEGRE-NORZA A R, CASTILLO-VALDERRAMA P R, CORNEJO-URBINA R M, SALINAS-ZAVALA C A, SÁNCHEZ P. 2011. Trophic relationships between the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) and the lightfish (*Vinciguerrria lucetia*) in the Humboldt Current System off Peru. *Sci. Mar.* 75(3): 549 - 557.
- ROSAS-LUIS R, SÁNCHEZ P, PORTELA J M, DEL RÍO J L. 2014. Feeding habits and trophic interactions of *Doryteuthis gahi*, *Illex argentinus* and *Onykia ingens* in the marine ecosystem off the Patagonian Shelf. *Fisheries Research*. 152: 37 - 44.
- ROSAS-LUIS R, NAVARRO J, SÁNCHEZ P, DEL RÍO J L. 2016. Assessing the trophic ecology of three sympatric squid in the marine ecosystem off the Patagonian shelf by combining stomach content and stable isotopic analyses. *Marine Biology Research*. 12(4): 402 - 411.
- SÁNCHEZ J A. 2011. Escala de madurez gonadal y fecundidad de *Dosidicus gigas* (d'Orbigny 1835) (Mollusca: Cephalopoda) 'calamar gigante' o 'pota'. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. 77 p.
- SÁNCHEZ P, OBARTI R. 1993. The biology and fishery of *Octopus vulgaris* caught with clay pots on the Spanish Mediterranean coast. In: Okutani T., O'Dor R.T., Kuboreda, T. (eds), *Recent Advances in Cephalopod Fishery Biology*. Tokai University Press, Tokyo. 477 - 487.
- SANTOS R A, HAIMOVICI M. 1997. Food and feeding of the short-finned squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern Brazil. *Fisheries Research*. 33(1-3): 139 - 147.
- TAKAHASHI K. 2017. Fenómeno El Niño: "Global" vs "Costero". Instituto Geofísico del Perú-IGP. *Boletín Técnico*. Vol. 4(4): 4 - 7.
- XAVIER J C, CHEREL Y. 2009. *Cephalopod Beak Guide for the Southern Ocean*. British Antarctic Survey, Cambridge, UK. 129 pp.