

ICTIOPLANCTON, EUFÁUSIDOS Y BIOVOLÚMENES DE ZOOPLANCTON DURANTE EL VERANO-OTOÑO 2015

ICHTHYOPLANKTON, EUPHAUSIIDS, AND ZOOPLANKTON BIOVOLUMES (SUMMER-AUTUMN 2015)

Katia Aronés¹Patricia Ayón¹<https://doi.org/10.53554/boletin.v37i2.370>

RESUMEN

ARONES, K., AYÓN, P. (2022). *Ictioplancton, eufáusidos y biovolúmenes de zooplancton durante el verano-otoño 2015*. Bol Inst Mar Perú. 37(2): 234-255.- Entre el 22 de febrero y 31 de marzo 2015, se realizó el crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos 1502-04. Se recolectaron 144 muestras de zooplancton empleando red Hensen de 300 μm de abertura de malla, en arrastres verticales con el buque parado hasta 50 m de profundidad. Se determinaron 18 especies de eufáusidos pertenecientes a los géneros *Euphausia*, *Nematoscelis*, *Nematobrachion*, *Nyctiphanes* y *Stylocheiron*. Predominaron los estadios tempranos calyptopis y furcilia con frecuencias de 68% y 87%, respectivamente. Se determinaron 63 especies de ictioplancton distribuidas en 35 familias. La especie más abundante fue *Engraulis ringens* "anchoveta", sus huevos y larvas oscilaron de 3 a 4.566 huevos/ m^2 y de 3 a 2.574 larvas/ m^2 , distribuidos desde Talara hasta San Juan de Marcona. Los huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia* fluctuaron de 3 a 4.212 huevos/ m^2 y de 3 a 1.512 larvas/ m^2 , reportados por fuera de la plataforma continental; los huevos se distribuyeron de Punta Sal a Pimentel, frente a Salaverry y de Huarmey a San Juan de Marcona, mientras que las larvas se encontraron de Punta Sal a Punta La Negra, de Pimentel a Salaverry, de Huarmey a bahía Independencia y frente a San Juan de Marcona, con densidades mayores a 500 larvas/100 m^2 frente a Punta Sal, Talara y bahía Independencia. Por frecuencia, fueron importantes otras especies de la familia Myctophidae: *Diogenichthys laternatus* "pez linterna", *Lampanyctus parvicauda*, *Triphoturus oculus* y *Myctophum nitidulum*, registradas en 35%, 11%, 8% y 6% del total de muestras recolectadas. Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 0,001 y 5,72 mL/m^3 , con mediana de 0,62 mL/m^3 . Los valores menores a 0,26 mL/m^3 fueron los más frecuentes (47%) y estuvieron distribuidos desde Paita hasta San Juan Marcona, principalmente sobre la plataforma continental. En particular, entre Punta La Negra y Salaverry se localizaron por fuera de la plataforma continental a 80 mn de la costa.

PALABRAS CLAVE: ictioplancton, eufáusidos, biovolúmenes de zooplancton, *E. ringens*, anchoveta

ABSTRACT

ARONES, K., AYÓN, P. (2022). *Ichthyoplankton, euphausiids, and zooplankton biovolumes (summer-autumn 2015)*. Bol Inst Mar Perú. 37(2): 234-255.- The 1502-04 hydroacoustic research cruise for pelagic resources was conducted between February 22 and March 31, 2015. 144 zooplankton samples were collected, using Hensen net of 300 μm mesh opening, in vertical trawls with the vessel stationary up to 50 m deep. A total of 18 euphausiid species belonging to the genera *Euphausia*, *Nematoscelis*, *Nematobrachion*, *Nyctiphanes*, and *Stylocheiron* were determined. The calyptopis and furcilia early stages predominated with frequencies of 68% and 87%, respectively. Likewise, 63 ichthyoplankton species distributed in 35 families were determined. *Engraulis ringens* was the most abundant species. Eggs and larvae ranged from 3 to 4,566 eggs/ m^2 and 3 to 2,574 larvae/ m^2 distributed from Talara to San Juan de Marcona. *Vinciguerria lucetia* eggs and larvae fluctuated from 3 to 4,212 eggs/ m^2 and 3 to 1,512 larvae/ m^2 . They were distributed mainly outside the continental shelf, with eggs being found between Punta Sal and Pimentel, off Salaverry, and between Huarmey and San Juan de Marcona, while the larvae were located between Punta Sal and Punta La Negra, Pimentel and Salaverry, Huarmey and Independencia Bay, as well as off San Juan of Marcona, with densities greater than 500 larvae/100 m^2 off Punta Sal, Talara, and Independencia Bay. In terms of frequency, other important Myctophidae species were *Diogenichthys laternatus*, *Lampanyctus parvicauda*, *Triphoturus oculus*, and *Myctophum nitidulum*, which were recorded in 35%, 11%, 8%, and 6% of the total samples collected. Zooplankton biovolumes ranged from 0.001 to 5.72 mL/m^3 , with a median of 0.62 mL/m^3 . Values below 0.26 mL/m^3 were the most frequent (47%) occurring from Paita to San Juan Marcona, mainly on the continental shelf. These values were located outside the continental shelf at 80 nm offshore between Punta La Negra and Salaverry.

KEYWORDS: ichthyoplankton, euphausiids, zooplankton biovolumens, *Engraulis ringens*

1. INTRODUCCIÓN

Entre el 20 de febrero y 31 de marzo 2015, el IMARPE efectuó el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1502-04, con el objetivo de evaluar la distribución y abundancia del recurso anchoveta. Como parte integral de esta evaluación, se recolectaron muestras de zooplancton para determinar: registros de abundancia y distribución de huevos y larvas de anchoveta así como de otras especies pelágicas de interés comercial, las áreas de desove y su posible relación con variables oceanográficas.

Ante la importancia del zooplancton como principal fuente de alimento de peces, especialmente en especies planctívoras como lo es la anchoveta, es necesario conocer su biomasa y determinar su disponibilidad. De otro lado, la información de biovolúmenes de zooplancton, se utiliza para actualizar la serie histórica de esos datos, disponibles desde los años 60 (CARRASCO y LOZANO, 1989; AYÓN *et al.*, 2004) y que sirven de manera indirecta al conocimiento del estado del zooplancton.

A pesar que se conoce que dentro del zooplancton los copépodos son los que exhiben mayores abundancias y diversidad en el ecosistema del mar peruano, los eufáusidos también son un grupo que en determinadas condiciones contribuye a la biomasa de zooplancton de manera significativa, debido a sus niveles de abundancia y frecuencia desde sus estadios tempranos (metanauplios, calyptopis y furcilia) así como juveniles y adultos que pueden llegar a 3 mm.

El presente informe da a conocer la composición específica, abundancia, frecuencia y distribución de eufáusidos, de huevos y larvas de peces así como el biovolumen del zooplancton, obtenidos de las muestras recolectadas en el verano-otoño 2015, en el área comprendida entre la frontera norte de Tumbes y San Juan de Marcona, desde 2 millas de la costa hasta un promedio de 100 millas mar afuera del ecosistema del mar peruano.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos, realizado del 20 de febrero al 31 de marzo 2015, 144 muestras de zooplancton fueron recolectadas en el área comprendida desde la frontera norte en Tumbes hasta San Juan

1. INTRODUCTION

IMARPE conducted the 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics between February 20 and March 31, 2015, to evaluate the distribution and abundance of *Engraulis ringens*. Zooplankton samples were collected to determine: records of abundance to determine records of the abundance and distribution of *E. ringens* eggs and larvae, as well as other commercially important pelagic species, spawning areas, and their possible relationship with oceanographic variables.

It is important to know the biomass and availability of zooplankton since it is the main source of food for fish, especially for planktivorous species such as *E. ringens*. The information on zooplankton biovolumes is also used to update the historical series of these data, which have been available since the 1960s (CARRASCO & LOZANO, 1989; AYÓN *et al.*, 2004) and which indirectly help to understand the state of zooplankton.

Copepods are known to have the highest abundance and diversity among zooplankton, but in the Peruvian marine ecosystem, euphausiids are also a group that under certain conditions contribute significantly to the zooplankton biomass, due to their abundance and frequency levels from their early stages (metanauplii, calyptopis, and furcilia) as well as juveniles and adults that can reach up to 3 mm in length.

Our paper reports the specific composition, abundance, frequency, and distribution of euphausiids, fish eggs, and larvae, as well as the zooplankton biovolume, obtained from samples collected in the summer-autumn 2015, in the area between the northern border of Tumbes and San Juan de Marcona, from 2 miles from the coast to an average of 100 miles offshore of the Peruvian marine ecosystem.

2. MATERIAL AND METHODS

A total of 144 zooplankton samples were collected during the cruise, which was conducted between 20 February and 31 March 2015, in the area from the northern border in Tumbes to San Juan de

de Marcona al sur (Fig. 1). Para la recolección, se empleó una red Hensen de 300 µm de abertura de malla, operada en lances verticales desde la superficie hasta 50 m de profundidad. La fijación y preservación de las muestras fue con formaldehído al 2%.

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Zooplancton de Producción Secundaria (LZPS) de la sede central del Imarpe. Los biovolumenes de zooplancton fueron determinados mediante el método por desplazamiento (KRAMER *et al.*, 1972), extrayendo a los organismos gelatinosos como medusas o salpas, larvas de peces numerosas y grandes, además de la múnida *Pleuromcodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837). Se empleó el método del fraccionamiento o *Huntsman Marine Laboratory (HML) beaker* (VAN GUELPEN *et al.*, 1982) para el conteo rápido de las especies más abundantes. Los huevos y larvas de peces fueron separados, cuantificados e identificados utilizando los criterios considerados por EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO (1973) y MOSER (1996).

Marcona in the south (Fig. 1). We used a Hensen net of 300 µm mesh size, operated in vertical hauls from the surface to a depth of 50 m for the sample collection. Then, samples were fixed and preserved with 2% formaldehyde.

Samples were analyzed at the Zooplankton and Secondary Production Laboratory (IMARPE headquarters). The displacement method (KRAMER *et al.*, 1972), was used to determine zooplankton biovolumes, by extracting gelatinous organisms such as jellyfish or salps, large and numerous fish larvae, as well as *Pleuromcodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837).

The Huntsman Marine Laboratory (HML) beaker method (VAN GUELPEN *et al.*, 1982) was used for the rapid counting of the most abundant species. Fish eggs and larvae were separated, quantified, and identified using the criteria considered by EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO (1973), and MOSER (1996).

We prepared size structure tables of *E. ringens* larvae, which were measured to have an approximate age and distribution in the study area. The criteria considered by EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963) and ROJAS DE MENDIOLA & GÓMEZ (1981) were used. No battered or broken larvae were considered for the size structure analysis. Larval age calculation was assumed at a growth rate of 0.5 mm.day⁻¹ (SANTANDER & SANDOVAL, 1973), with a hatching size of 2 mm.

The sampling area was divided into northern (03°30'S - 05°59'S), central (06°00'S - 13°59'S), and southern (14°00'S - 18°20'S) zones, according to the spatial patterns of oceanographic conditions (CARRASCO & LOZANO, 1989) for analysis and comparison purposes. Likewise, clustering was made inside or outside the shelf, *i.e.*, neritic or oceanic.

Biovolumes were expressed in mL/m³ while euphausiid and ichthyoplankton abundances were expressed in ind./m². Community parameters were estimated following Pielou (1984), based on the relative frequency greater than 10% of the total ichthyoplankton. The Shannon's diversity index ($H' \log_2$), the Equity

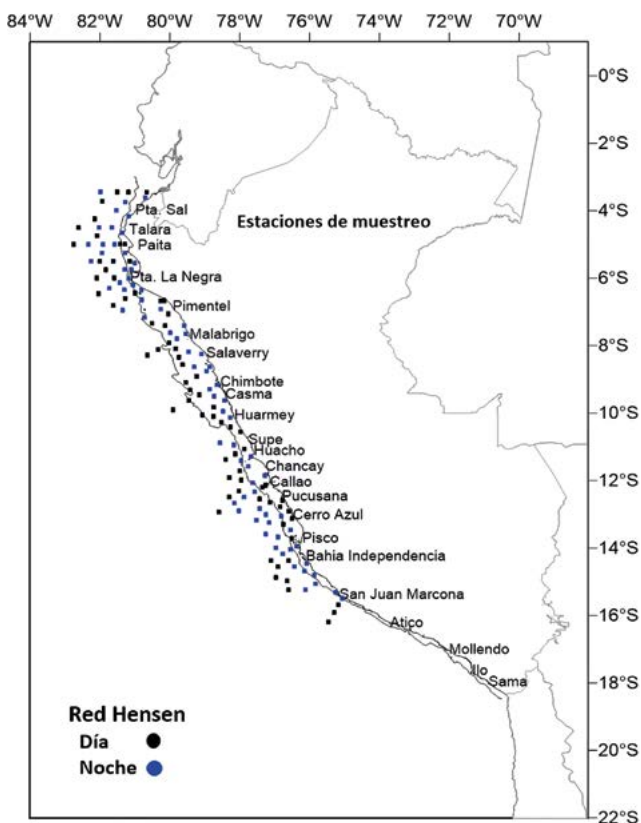


Figura 1.- Posiciones de las estaciones de muestreo de zooplancton. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 1. Locations of zooplankton sampling stations. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Se elaboraron tablas de estructura de tallas de larvas de anchoveta, que fueron medidas para tener una aproximación sobre edad y distribución en el área de estudio. Para ello fueron empleados los criterios considerados por EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963) y ROJAS DE MENDIOLA y GÓMEZ (1981). Para el análisis de la estructura de tallas no se consideraron las larvas maltratadas ni rotas. El cálculo de la edad de las larvas se asumió a tasa de crecimiento de $0,5 \text{ mm.día}^{-1}$ (SANTANDER y SANDOVAL, 1973), con tamaño de eclosión de 2 mm.

Para fines de análisis y comparación, el área de muestreo se separó en zonas: norte ($03^{\circ}30'S - 05^{\circ}59'S$), centro ($06^{\circ}00'S - 13^{\circ}59'S$) y sur ($14^{\circ}00'S - 18^{\circ}20'S$), de acuerdo a los patrones espaciales de las condiciones oceanográficas (CARRASCO y LOZANO, 1989). Asimismo, se hicieron agrupaciones dentro o fuera de la plataforma es decir nerítico u oceánico.

Los biovolúmenes fueron expresados en mL/m^3 y las abundancias de eufáusidos e ictioplancton en ind/m^2 . Se calcularon los parámetros comunitarios de acuerdo a Pielou (1984) en base a la frecuencia relativa superior al 10% del total del ictioplancton. Además, se estimaron los índices de diversidad de Shannon ($H' \log_2$), Equidad (J') y Riqueza específica (d) empleando el programa Primer v6. Con el programa Excel se procesó y graficó la información; los análisis estadísticos fueron realizados mediante la plataforma R, y los mapas de distribución y abundancia se graficaron con el programa Surfer v15.

3. RESULTADOS

Biovolúmen de zooplancton

Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre $0,001$ y 110 mL/m^3 , con mediana de $0,62 \text{ mL/m}^3$. Los valores menores a $0,26 \text{ mL/m}^3$ fueron los más frecuentes (47%) distribuidos desde Paita hasta San Juan de Marcona, principalmente sobre la plataforma continental. Entre Punta La Negra y Salaverry, se localizaron a 80 mn de distancia máxima de la costa por fuera de la plataforma continental (Fig. 2).

Los biovolúmenes entre $0,26$ y $0,52 \text{ mL/m}^3$ (23%), fueron registrados frente a Punta Sal, entre Paita y San Juan de Marcona, al sur de Salaverry se localizó por fuera de la plataforma continental. Los

(J'), and the Specific Richness (d) were estimated using the Primer software v6. Data processing and graphics were done in Excel, statistical analyses were performed using the R software, and distribution and abundance maps were plotted using Surfer v15.

3. RESULTS

Zooplankton biovolume

Zooplankton biovolumes ranged from 0.001 to 110 mL/m^3 , with a median of 0.62 mL/m^3 . Values below 0.26 mL/m^3 were distributed from Paita to San Juan de Marcona, mainly on the continental shelf. Between Punta La Negra and Salaverry, these values were located outside the continental shelf at a maximum distance of 80 nm offshore (Fig. 2).

We recorded biovolumes between 0.26 and 0.52 mL/m^3 (23%) off Punta Sal, between Paita and San Juan de Marcona, and off the continental

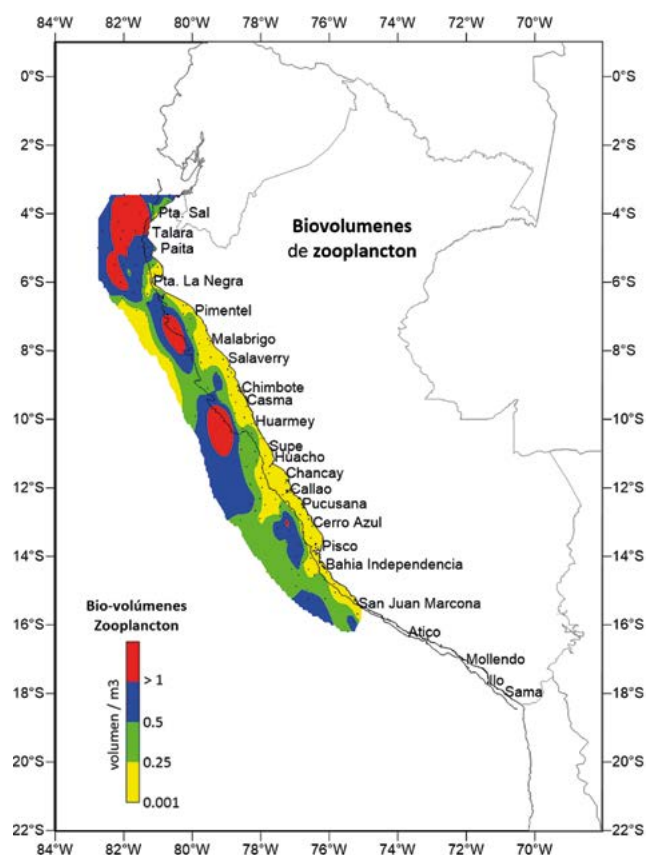


Figura 2.- Distribución de biovolúmenes de zooplancton. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 2. Distribution of zooplankton biovolumes. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

biovolúmenes de 0,52 a 1,04 mL/m³ fueron observados entre Punta Sal y Paita, de Punta La Negra a Salaverry, de Chimbote a Callao, entre Pucusana y bahía Independencia y frente a San Juan de Marcona. Núcleos importantes con valores mayores a 1,04 mL/m³ se observaron bajo dos condiciones, uno al norte de Punta La Negra en la zona oceánica con una amplia extensión entre Punta La Negra y frontera norte, y en el borde de la plataforma continental frente a Pimentel y Chimbote.

ICTIOPLANCTON

Composición y frecuencia

Dentro del ictioplancton se determinaron 63 especies pertenecientes a 35 familias de peces (Tabla 1 - Anexo, Fig. 3). La especie más abundante fue *Engraulis ringens* "anchoveta", perteneciente a la familia Engraulidae. Los huevos y larvas de esta especie se registraron en 46% y 44% del total de las muestras, respectivamente y juntos correspondieron al 40% de la abundancia total del ictioplancton.

La segunda especie más frecuente y abundante fue *Vinciguerria lucetia* "pez luminoso" de la familia Phosichthyidae, con huevos y larvas presentes

shelf, south of Salaverry. Biovolumes from 0.52 to 1.04 mL/m³ were observed between Punta Sal and Paita, from Punta La Negra to Salaverry, from Chimbote to Callao, between Pucusana and Independencia Bay, and off San Juan de Marcona. Important nuclei with values greater than 1.04 mL/m³ were observed under two conditions, one north of Punta La Negra in the oceanic zone, with a wide extension between Punta La Negra and the northern border, and the other on the edge of the continental shelf off Pimentel and Chimbote.

ICHTHYOPLANKTON

Composition and frequency

We determined 63 ichthyoplankton species belonging to 35 families (Table 1 - Annex, Fig. 3). *Engraulis ringens*, belonging to the family Engraulidae, was the most abundant species. Its eggs and larvae were recorded in 46% and 44% of the total samples, respectively, and jointly accounted for 40% of the total ichthyoplankton abundance.

Vinciguerria lucetia, belonging to the family Phosichthyidae, was the second most frequent and abundant species, with eggs and larvae present in 43% and 36% of the samples, accounting for 19% of the total ichthyoplankton abundance. The species belonging to the family Myctophidae such as *Diogenichthys laternatus*, *Lamppanyctus parvoicauda*, *Triphoturus oculus*, and *Myctophum nitidulum* were also important given their high frequencies values of 35%, 11%, 8%, and 6% of the total number of samples collected, respectively. Likewise, we recorded species from the family Scombridae such as *Scomber japonicus*, *Sarda chilensis*, *Auxis* sp., as well as other species from the family Triglidae represented by *Prionotus stephanophrys*.

Abundance and distribution

Engraulis ringens

E. ringens eggs and larvae recorded the highest densities during this cruise, ranging from 3 to 4,566 eggs.m⁻² and 3 to 2,574 larvae.m⁻². Eggs were distributed from Talara to San Juan de Marcona, with higher concentrations between Pimentel and Huarmey, inside the continental shelf, and

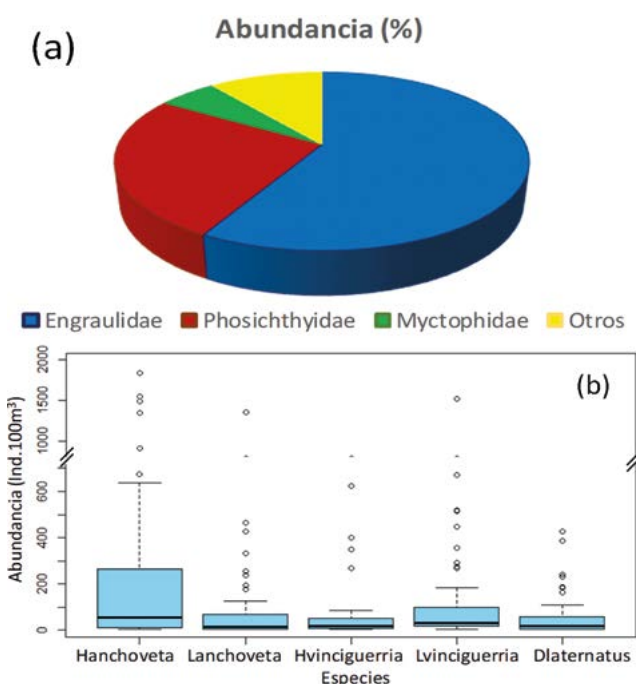


Figura 3.- (a) Abundancia relativa de familias del ictioplancton. (b) Boxplot de abundancias de especies más importantes del ictioplancton. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 3. (a) Relative abundance of ichthyoplankton families. (b) Boxplot of abundances of the most important ichthyoplankton species. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

en el 43% y 36% de las muestras, los que representaron 19% de la abundancia total del ictioplancton. Otras especies importantes por sus valores altos de frecuencia fueron las pertenecientes a la familia Myctophidae "peces linterna" como *Diogenichthys laternatus*, *Lampanyctus parvicauda*, *Triphoturus oculus* y *Myctophum nitidulum*, con frecuencias del 35%, 11%, 8% y 6% del total de muestras recolectadas, respectivamente. Asimismo, se reportaron especies de la familia Scombridae como *Scomber japonicus*, *Sarda chilensis*, *Auxis* sp., así como otras especies de la familia Triglidae representada por *Prionotus stephanophrys*.

Abundancia y distribución

***Engraulis ringens* "anchoveta"**

Los huevos y larvas de anchoveta registraron las mayores densidades durante este crucero, variando de 3 a 4.566 huevos.m⁻² y de 3 a 2.574 larvas.m⁻². Los huevos se distribuyeron desde Talara hasta San Juan de Marcona, con mayores concentraciones entre Pimentel y Huarmey dentro de la plataforma continental y entre Callao y Cerro Azul por fuera de ella (Fig. 4).

between Callao and Cerro Azul, outside the continental shelf (Fig. 4).

Larvae were distributed similarly to eggs, mainly within the continental shelf between Talara and Huarmey, and outside the continental shelf between Huarmey and San Juan de Marcona. The highest abundance was located 30 nm off Huarmey, with values between 1 and 500 larvae.m⁻² predominating (Fig. 4).

Vinciguerria lucetia

V. lucetia eggs and larvae ranged from 3 to 4,212 eggs.m⁻² and from 3 to 1,512 larvae.m⁻², being recorded mainly off the continental shelf. Latitudinally, the eggs were distributed in 3 groups between Punta Sal and Pimentel, off Salaverry, and from Huarmey to San Juan de Marcona, with important nuclei greater than 500 eggs/100 m² occurring off Punta Sal and Pisco.

Larvae were distributed from Punta Sal to Punta La Negra, from Pimentel to Salaverry, Huarmey to Independencia Bay, and off San Juan de Marcona, with densities greater than

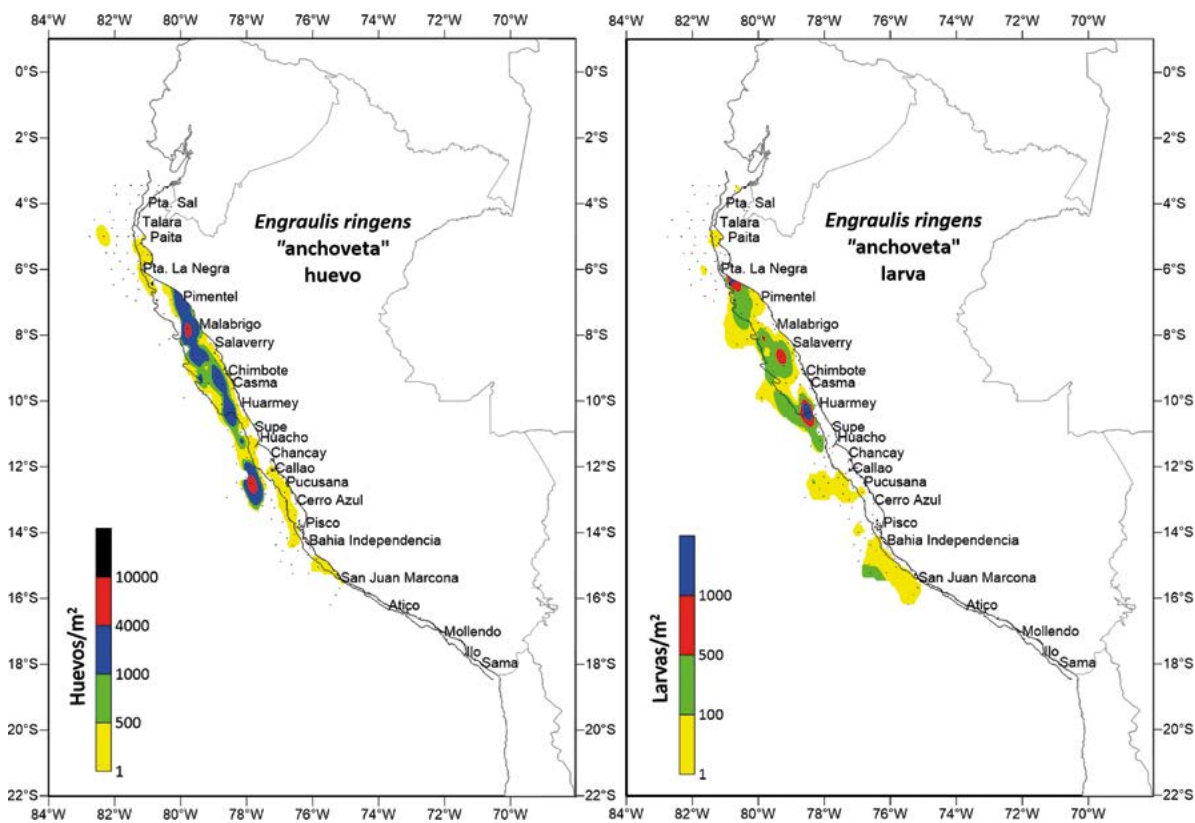


Figura 4.- Distribución de las abundancias de huevos y larvas de anchoveta. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04
 Figure 4. Distribution of abundances of *E. ringens* eggs and larvae. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Las larvas presentaron distribución similar a los huevos principalmente dentro de la plataforma continental, entre Talara y Huarmey y, por fuera de ella entre Huarmey y San Juan de Marcona. La mayor abundancia se localizó a 30 mn frente a Huarmey, predominando los valores entre 1 y 500 larvas.m² (Fig. 4).

Vinciguerria lucetia "pez luminoso"

Los huevos y larvas del pez luminoso fluctuaron de 3 a 4.212 huevos.m⁻² y de 3 a 1.512 larvas.m⁻², reportados principalmente por fuera de la plataforma continental. Latitudinalmente, los huevos se distribuyeron en 3 grupos entre Punta Sal y Pimentel, frente a Salaverry y de Huarmey a San Juan de Marcona, con núcleos importantes mayores a 500 huevos/100 m² frente a Punta Sal y Pisco.

Por otro lado, las larvas se distribuyeron de Punta Sal a Punta La Negra, de Pimentel a Salaverry, Huarmey a bahía Independencia y frente a San Juan de Marcona, con densidades mayores a 500 larvas.100 m⁻² frente a Punta Sal, Talara y bahía Independencia (Fig. 5).

500 larvae.100 m⁻² off Punta Sal, Talara, and Independencia Bay (Fig. 5).

Family Myctophidae

Diogenichthys laternatus

Larvae of this species were the most representative, being recorded in 35% of the stations sampled. Their densities ranged from 3 to 738 larvae.m² representing 5% of the total ichthyoplankton abundance. They were distributed mainly in two nuclei; the first one was located between Punta Sal and Punta la Negra, with maximum density at 5 nm from Talara, while the second occurred between Pisco and San Juan de Marcona (Fig. 6).

Lampanyctus parvicauda

These larvae were located in 11% of the stations sampled. Their densities ranged from 3 to 21 larvae.m², accounting for 0.2% of the total ichthyoplankton abundance. Its distribution pattern was similar to that of *D. laternatus*, located

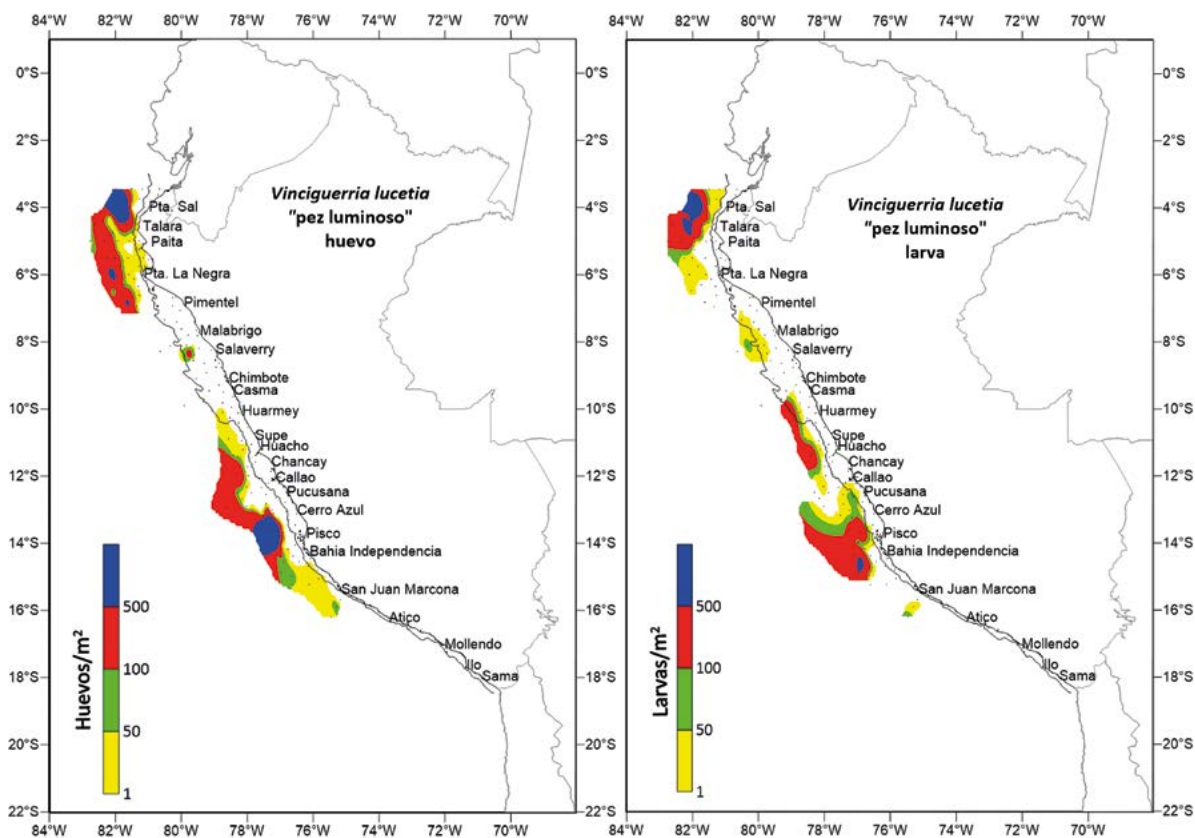


Figura 5.- Distribución de abundancias de (a) huevos y (b) larvas de vinciguerria. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 5. Distribution of abundances of *V. lucetia* (a) eggs and (b) larvae. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Familia Myctophidae “peces linterna”

Diogenichthys laternatus

Las larvas de esta especie fueron las más representativas, registradas en 35% de las estaciones muestreadas. Sus densidades oscilaron de 3 a 738 larvas.m⁻² representando el 5% de la abundancia total del ictioplancton. Se distribuyeron principalmente en dos núcleos. El primer núcleo se localizó entre Punta Sal y Punta la Negra, con máxima densidad a 5 mn de Talara, mientras que el segundo, entre Pisco y San Juan de Marcona (Fig. 6).

Lampanyctus parvicauda

Estas larvas se localizaron en 11% de las estaciones muestreadas. Sus densidades oscilaron de 3 a 21 larvas.m⁻² representando 0,2% de la abundancia total del ictioplancton. Su patrón de distribución fue similar a *D. laternatus*, localizándose al norte entre Punta Sal y Punta La Negra, frente a Malabrigo, Salaverry, Casma, bahía Independencia y San Juan de Marcona (Fig. 6).

to the north between Punta Sal and Punta La Negra, off Malabrigo, Salaverry, Casma, Independencia Bay, and San Juan de Marcona (Fig. 6).

Myctophum nitidulum

We recorded these larvae in 6% of the stations sampled. Their densities ranged from 3 to 42 larvae/m² representing 0.2% of the total ichthyoplankton abundance. Its distribution pattern was focused in the northern zone, between Punta Sal and Paita (Fig. 6).

Triphoturus oculus

These larvae were found in 8% of the stations sampled. Their densities ranged from 3 to 39 larvae/m² accounting for 0.2% of the total ichthyoplankton abundance. Its distribution pattern was only in the northern zone between Punta Sal and Punta La Negra, similar to that of *M. nitidulum* (Fig. 6).

Family Scombridae

Scomber japonicus larvae were recorded in 3% of the stations sampled, with densities ranging

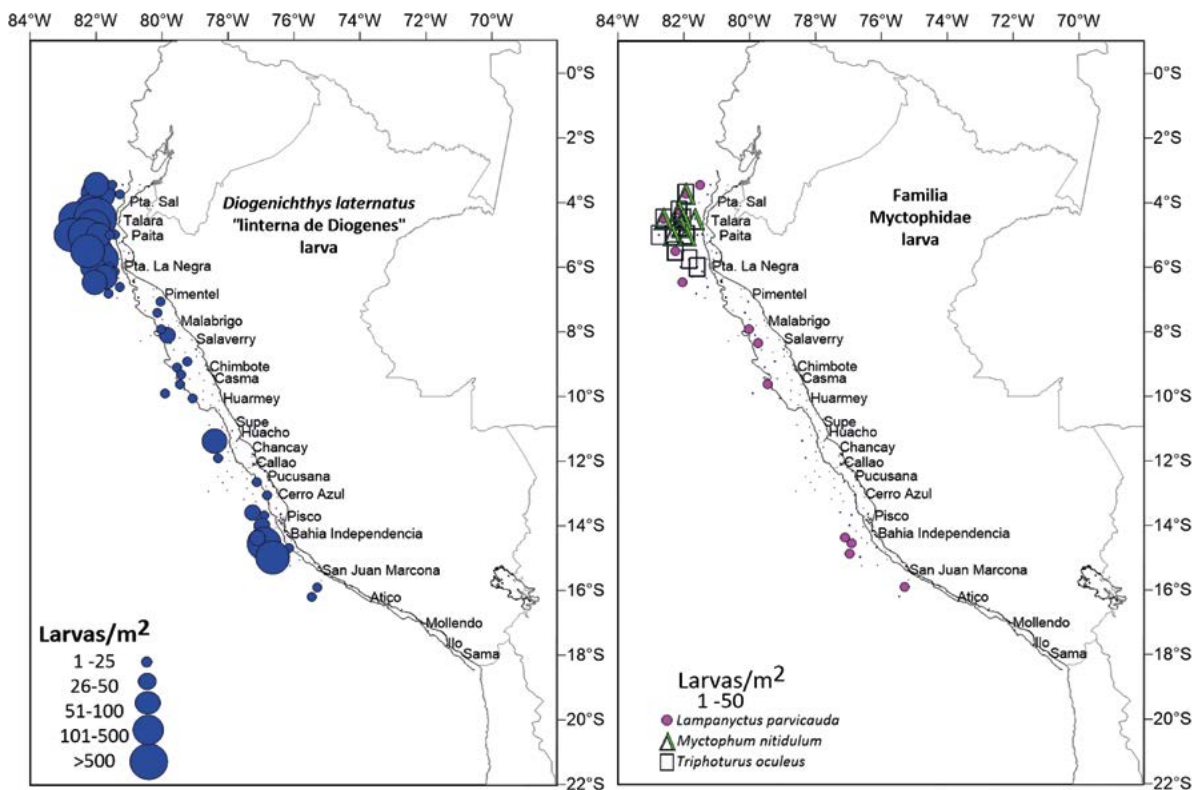


Figura 6.- Distribución de abundancia de larvas de familia Myctophidae: *Diogenichthys laternatus* y otros myctophidae. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 6. Distribution of abundance of Myctophidae larvae: *Diogenichthys laternatus*, and other myctophidae. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Myctophum nitidulum

Las larvas de esta especie se registraron en 6% de las estaciones muestreadas. Sus densidades oscilaron de 3 a 42 larvas/m² representando 0,2% de la abundancia total del ictioplancton. Su patrón de distribución estuvo focalizado en la zona norte, entre Punta Sal y Paita (Fig. 6).

Triphoturus oculeus

Estas larvas se encontraron en 8% de las estaciones muestreadas. Sus densidades oscilaron de 3 a 39 larvas/m² representando el 0,2% de la abundancia total del ictioplancton. Presentaron un patrón de distribución solo en la zona norte entre Punta Sal y punta La Negra, similar a *M. nitidulum* (Fig. 6).

Familia Scombridae

Las larvas de caballa se registraron en 3% de las estaciones muestreadas, con densidades de 3 a 42 larvas.m², distribuidas frente a Punta Sal, Huarmey y bahía Independencia (Fig. 7). Las larvas de bonito estuvieron presentes en 1% de las estaciones muestreadas con densidades bajas de 3 larvas.m², localizadas frente a Pisco (Fig. 7). Las larvas de *Auxis* sp. se registraron en 4%

from 3 to 42 larvae.m², distributed off Punta Sal, Huarmey, and Independencia Bay (Fig. 7). *Sarda chilensis* larvae occurred in 1% of the sampled stations with low densities of 3 larvae.m², located off Pisco (Fig. 7). *Auxis* sp. larvae were recorded in 4% of the stations sampled, with densities of 3 to 15 larvae.m² and distribution pattern focused in the northern zone between Punta Sal and Paita. Scombrids, which could not be determined at the species level, were recorded off Malabrigo, Salaverry, Huarmey, Supe, Huacho, and Independencia Bay (Fig. 7).

Other species

Cubiceps paucirradiatus

This species was found in 7% of the stations sampled, with densities ranging from 3 to 24 larvae.m², between Salaverry and San Juan de Marcona (Fig. 7).

Prionotus stephanophrys

These larvae were recorded in 5% of the stations sampled, with densities of 3 to 9 larvae.m², and were found mainly in the northern zone between Paita and Salaverry (Fig. 7).

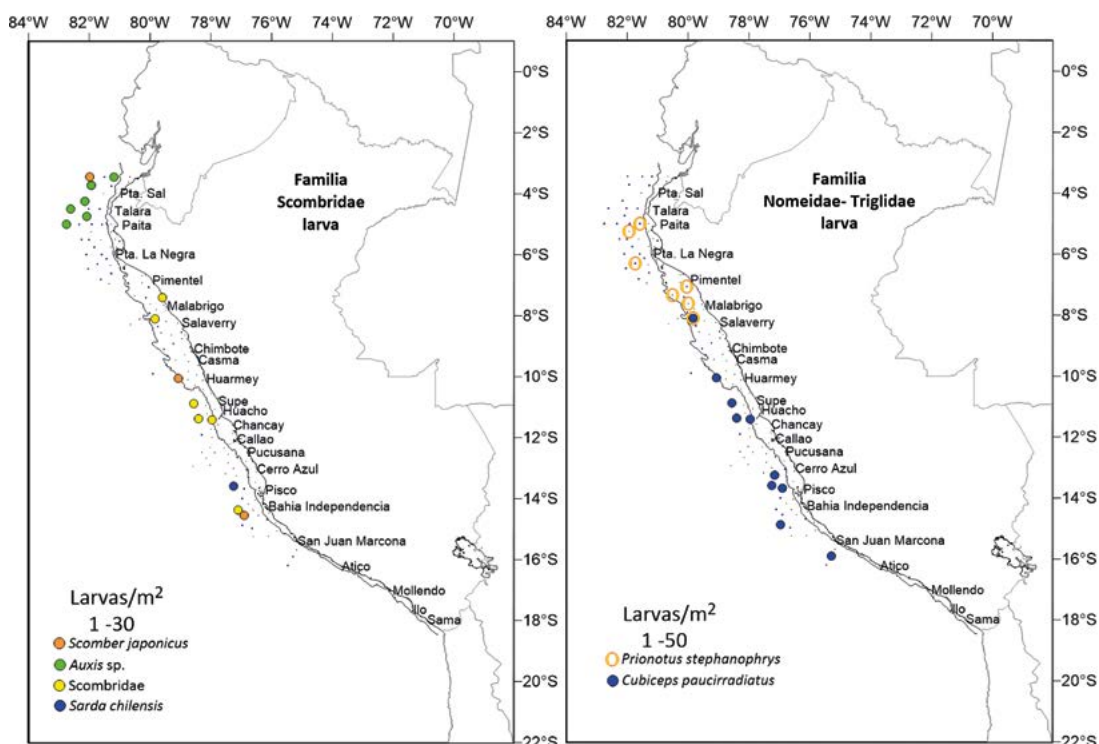


Figura 7.- Distribución de abundancia de larvas de las familias Scombridae, Nomeidae y Triglidae. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 7. Distribution of abundance of larvae of the families: Scombridae, Nomeidae, and Triglidae. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

de las estaciones muestreadas, con densidades de 3 a 15 larvas.m⁻² y patrón de distribución focalizado en la zona norte entre Punta Sal y Paita. Se registraron scómbridos frente a Malabrigo, Salaverry, Huarmey, Supe, Huacho y bahía Independencia, los cuales no se pudieron determinar a nivel de especie (Fig. 7).

Otras especies

Cubiceps paucirradiatus “pez medusa”

Esta especie se encontró en 7% de las estaciones muestreadas, sus densidades oscilaron de 3 a 24 larvas.m⁻², se registró entre Salaverry y San Juan de Marcona (Fig. 7).

Prionotus stephanophrys

Las larvas de esta especie se registraron en 5% de las estaciones muestreadas, con densidades de 3 a 9 larvas.m⁻², se encontraron principalmente en la zona norte entre Paita y Salaverry (Fig. 7).

Estructura de tallas de larvas de “anchoveta”

Se midieron 4.194 larvas, que fluctuaron de 1,1 a 15,5 mm LT, que corresponde a un rango de edad entre 1 y 27 días; la moda de 3 mm (42%) corresponde a 2 días de edad (Fig. 8). Analizando las tallas por zonas, en el norte el rango fue estrecho de 5,0 a 8,5 mm, en el centro y sur el rango de tallas fue más amplio, de 2,0 a 15,5 mm.

Evaluable por zonas norte, centro y sur, se registró que la talla de 5 mm representó 50% en el norte, la talla de 3 mm en la zona centro fue 30% del total de las larvas y la talla de 2,5 mm destacó en la zona sur, que representó el 30% del total de las larvas (Fig. 9).

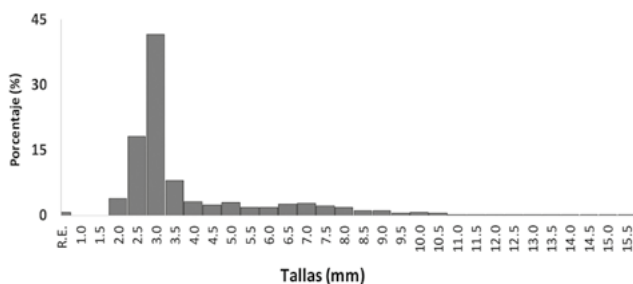


Figura 8.- Distribución de rangos de talla de anchoveta. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 8. Distribution of *E. ringens* size ranges. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

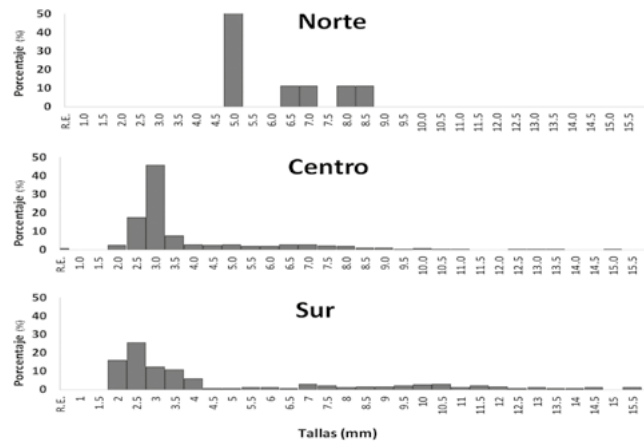


Figura 9.- Distribución de rangos de talla de anchoveta, zona norte (03°30'S - 05°59'S), centro (06°00'S - 13°59'S) y sur (14°00'S-18°20'S). Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 9. Distribution of *E. ringens* size ranges, northern (03°30'S - 05°59'S), central (06°00'S - 13°59'S), and southern (14°00'S-18°20'S) zones. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Size structure of *Engraulis ringens* larvae

A total of 4,194 larvae were measured, ranging from 1.1 to 15.5 mm TL, which corresponds to an age range between 1 and 27 days; the mode of 3 mm (42%) corresponds to 2 days of age (Fig. 8). When analyzing the sizes by zones, in the north the range was narrow from 5.0 to 8.5 mm, in the center and south the size range was wider, from 2.0 to 15.5 mm TL.

For zones (north, central, and south), we recorded that the 5 mm size represented 50% of the larvae in the north, the 3 mm size in the central zone was 30% of the total larvae, and the 2.5 mm size in the south zone accounted for 30% of the total larvae, while the 2.5 mm size represented 30% of the total larvae (Fig. 9).

Regarding the size distribution associated with the neritic and oceanic zones, the size range was very similar in both cases. There was greater evidence of size continuity in the oceanic zone, while in the neritic zone the largest sizes were found to be less represented (Fig. 10).

Euphausiids

A total of 18 species were determined within this group, with Euphausia being the genus that stood out for its frequency and abundance values, although, most of the species recorded were in some early stage, predominantly calyptopis and

Sobre la distribución de tallas asociadas con la zona nerítica y oceánica, se observó que en ambos casos el rango de tallas fue muy similar. Sin embargo, hubo mayor evidencia de continuidad de tallas en la zona oceánica, en tanto que en la nerítica las tallas mayores se encontraron menos representadas (Fig. 10).

Eufáusidos

Dentro de este grupo, se determinó 18 especies, Euphausia fue el género que destacó por sus valores de frecuencia y abundancia. Sin embargo, la mayoría de las especies registradas se encontraban en algún estadio temprano, predominando calyptopis y furcilia con frecuencias en las muestras de 68% y 87%, respectivamente (Tabla 2 Anexo).

Estadios tempranos de eufáusidos

Los calyptopis y furcilia presentaron abundancias de 3 a 337.920 ind/m² y de 3 a 11.352 ind/m². Calyptopis fue el estadio temprano más abundante representando 77% de la abundancia total de los eufáusidos. Se distribuyeron entre Punta Sal y San Juan de Marcona, con mayor densidad de Punta Sal a Chimbote, sobre la plataforma.

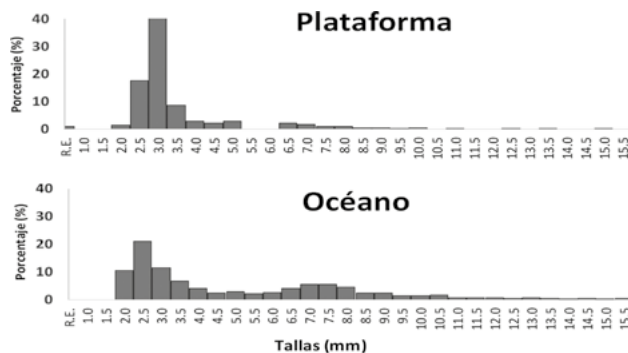


Figura 10.- Distribución de rangos de talla de anchoveta dentro (plataforma) y fuera (océano) de la plataforma continental. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos. 1502-04

Figure 10. Distribution of *E. ringens* size ranges inside (shelf) and outside (ocean) the continental shelf. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

furcilia with frequencies in the samples of 68% and 87%, respectively (Table 2 Annex).

Early stages of euphausiids

Calyptopis and furcilia had abundances ranging from 3 to 337,920 ind/m² and 3 to 11,352 ind/m², respectively. Calyptopis was the most abundant early stage, representing 77% of the total euphausiid abundance. They were distributed between Punta Sal and San Juan de Marcona, with higher density from Punta Sal to Chimbote, on the continental shelf.

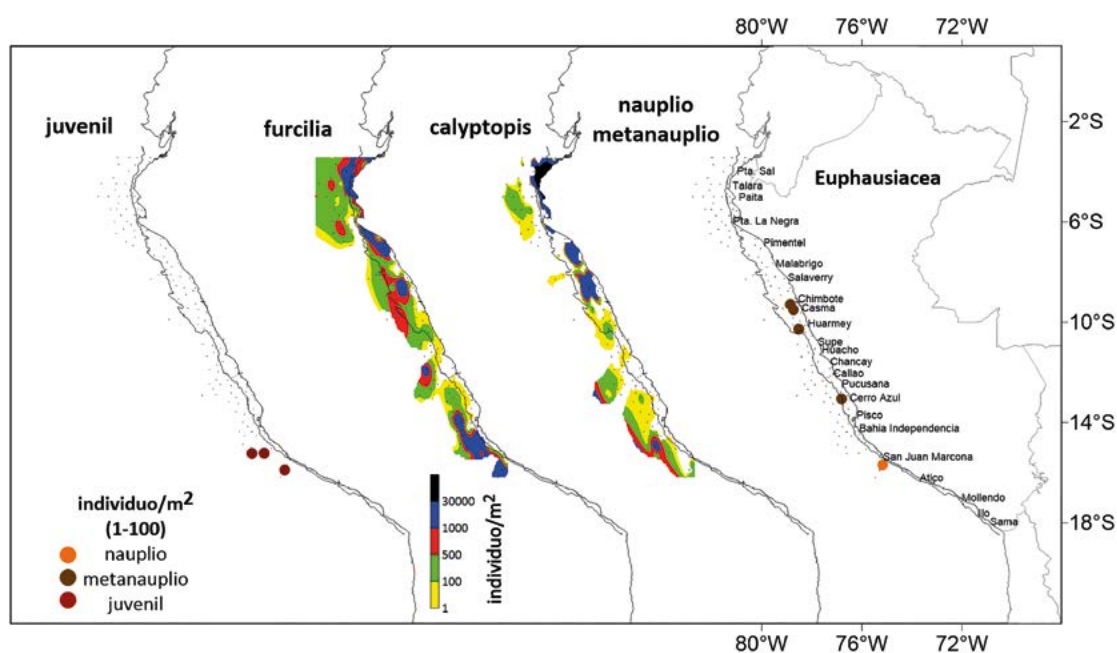


Figura 11.- Distribución de juveniles, furcilia, calyptopis, metanauplios y nauplios de eufáusidos no determinados. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 11. Distribution of juveniles, furcilia, calyptopis, metanauplii and nauplii of undetermined euphausiids. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

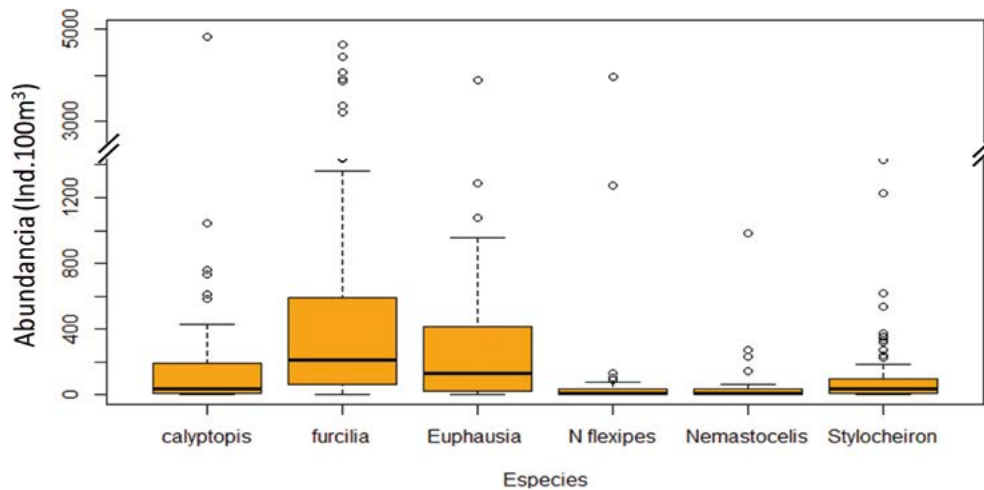


Figura 12.- Boxplot de abundancia de especies más importantes de eufáusidos. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 12. Boxplot of the abundance of the most important euphausiids. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

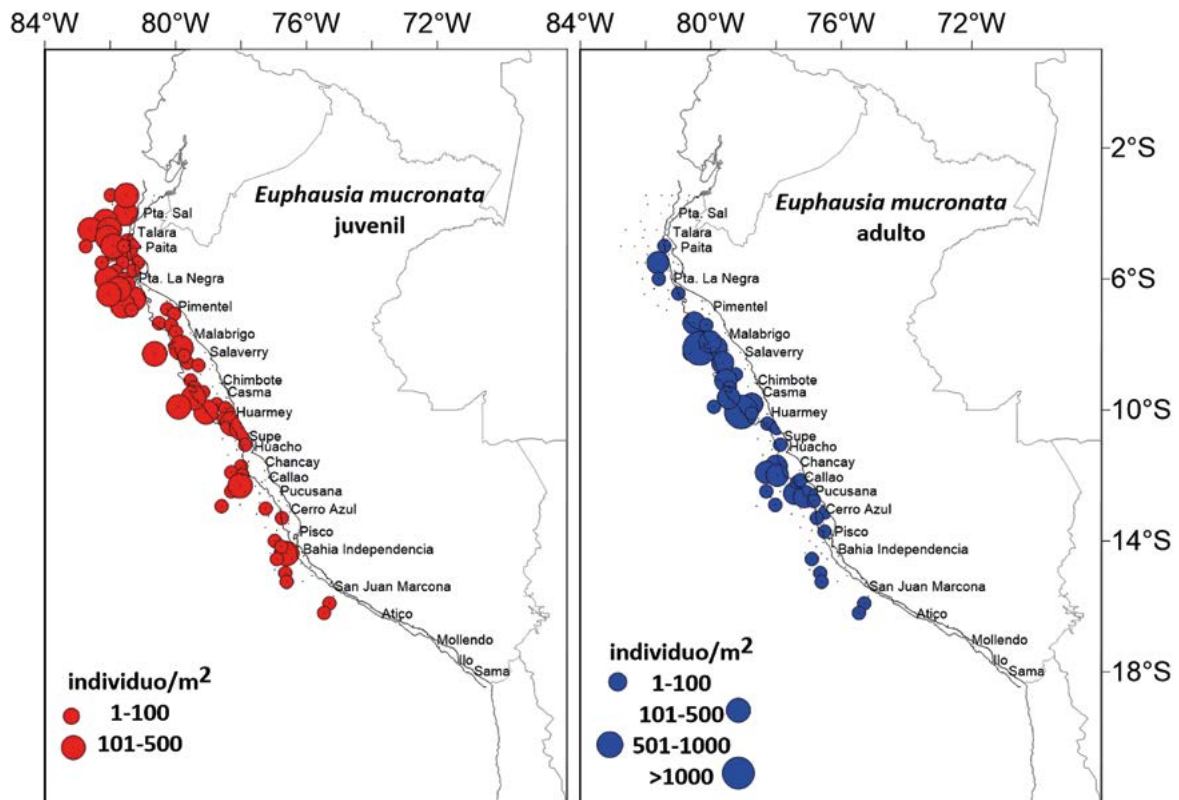


Figura 13.- Distribución de *Euphausia mucronata*: juveniles y adultos. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 13. Distribution of *Euphausia mucronata*: juveniles, and adults. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Se registraron nauplios frente a San Juan de Marcona, metanauplios frente a Chimbote, Huarmey y Cerro azul. Las densidades de furcilia representaron 15% del total de eufáusidos (Figs. 11, 12).

Nauplii were recorded off San Juan de Marcona and metanauplii occurred off Chimbote, Huarmey, and Cerro Azul. The densities of furcilia accounted for 15% of the total number of euphausiids (Figs. 11, 12).

Euphausia mucronata

Los juveniles y adultos de esta especie se registraron en 53% y 30%, respectivamente. Los juveniles mostraron abundancias de 3 a 1.728 juveniles/m². Su distribución fue principalmente fuera de la plataforma, entre Punta Sal y San Juan de Marcona, encontrándose sobre la plataforma entre Punta Sal y Huacho.

Los adultos presentaron abundancias de 3 a 1.743 individuos/m². Su distribución fue más dispersa en relación a los juveniles, que se localizaron entre Paita y San Juan de Marcona, dentro y fuera de la plataforma continental (Fig. 13).

Euphausia eximia

Los juveniles y adultos de esta especie alcanzaron frecuencia de 15% y 20%. Las abundancias registraron valores de 3 a 234 ind/m² y de 3 a 690 ind/m², respectivamente. Los juveniles se registraron de Punta Sal a Pimentel y frente a Callao, bahía Independencia y San Juan de Marcona. Los adultos se encontraron de Punta Sal a San Juan de Marcona (Fig. 14).

Euphausia distinguenda

La abundancia de esta especie se registró de 3 a 252 ind/m² (juveniles) y de 3 a 96 ind/m² (adultos). Los juveniles se distribuyen entre Punta Sal y norte

Euphausia mucronata

Juveniles and adults of this species were recorded at 53% and 30%, respectively. Juveniles had abundances ranging from 3 to 1,728 juveniles/m². It was distributed mainly outside the shelf, between Punta Sal and San Juan de Marcona, and was found on the shelf between Punta Sal and Huacho.

Adults presented abundances ranging from 3 to 1,743 individuals /m². They were more scattered compared to juveniles, which were located between Paita and San Juan de Marcona, inside and outside the continental shelf (Fig. 13).

Euphausia eximia

Juveniles and adults of this species reached frequencies of 15% and 20%. Abundances ranged from 3 to 234 ind/m² and 3 to 690 ind/m², respectively. Juveniles were recorded from Punta Sal to Pimentel and off Callao, Independencia Bay, and San Juan de Marcona. Adults were found from Punta Sal to San Juan de Marcona (Fig. 14).

Euphausia distinguenda

This species recorded abundances from 3 to 252 ind/m² (juveniles) and from 3 to 96 ind/m² (adults). Juveniles were distributed between Punta Sal and north of Pimentel, between Callao and Cerro Azul, and off Independencia Bay. Adults

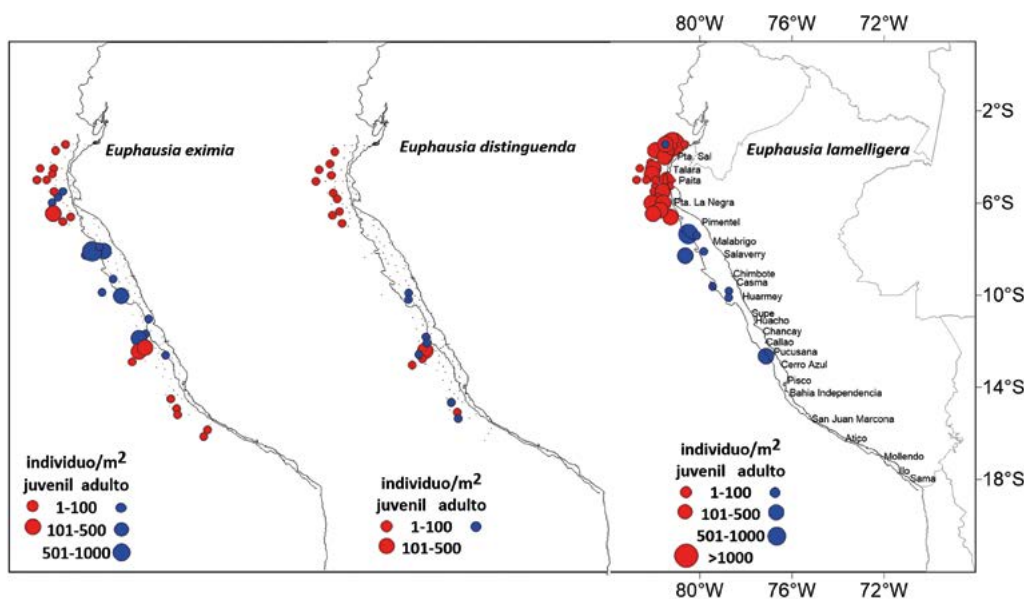


Figura 14.- Distribución de juveniles y adultos de: *Euphausia eximia*, *Euphausia distinguenda*, *Euphausia lamelligera*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos. 1502-04

Figure 14. Distribution of juveniles and adults of: *Euphausia eximia*, *Euphausia distinguenda*, *Euphausia lamelligera*. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

de Pimentel, entre Callao y Cerro Azul y frente a bahía Independencia. Los adultos se localizaron frente a Huarney, entre Chancay y Pucusana y al sur de bahía Independencia (Fig. 14).

Euphausia lamelligera

Los juveniles y adultos de esta especie se encontraron en 19% y 7% de las estaciones muestreadas. Los juveniles registraron densidades que fluctuaron de 3 a 4.095 ind/m², se localizaron en la zona norte entre Punta Sal y Pimentel, mientras que los adultos, se encontraron frente a Punta Sal, de Pimentel a Salaverry, de Chimbote a Huarney y frente a Pucusana, con densidades entre 3 y 684 ind/m² (Fig. 14).

Nyctiphanes simplex

Las furcilia, juveniles y adultos de esta especie presentaron frecuencias de 8%, 13% y 4%, respectivamente. Las furcilia registraron densidades entre 3 y 129 ind/m², localizándose entre Punta Sal y Paita y al norte de Pimentel, con mayor densidad frente a Talara. Los juveniles registraron abundancias que fluctuaron entre 3 y 1.920 ind/m², localizándose en la zona norte entre Punta Sal y Pimentel, con mayor densidad frente a Paita. Las abundancias de adultos de esta especie oscilaron entre 3 y 27 individuos/m², distribuyéndose frente a Paita y entre Malabrigo y Casma (Fig. 15).

were located off Huarney, between Chancay and Pucusana, and south of Independencia Bay (Fig. 14).

Euphausia lamelligera

Juveniles and adults of this species were found in 19% and 7% of the stations sampled. The juveniles recorded densities ranging from 3 to 4,095 ind/m² and were located in the northern area between Punta Sal and Pimentel, while the adults were found off Punta Sal, from Pimentel to Salaverry, from Chimbote to Huarney, and off Pucusana, with densities ranging from 3 to 684 ind/m² (Fig. 14).

Nyctiphanes simplex

Furcilia, juveniles, and adults of this species showed frequencies of 8%, 13%, and 4%, respectively. Furcilia recorded densities between 3 and 129 ind/m², being located between Punta Sal and Paita and north of Pimentel, with higher densities off Talara. Juveniles recorded abundances that fluctuated between 3 and 1,920 ind/m², found in the northern zone between Punta Sal and Pimentel, with the highest density occurring off Paita. Adults recorded abundances ranging between 3 and 27 individuals/m², distributed off Paita and between Malabrigo and Casma (Fig. 15).

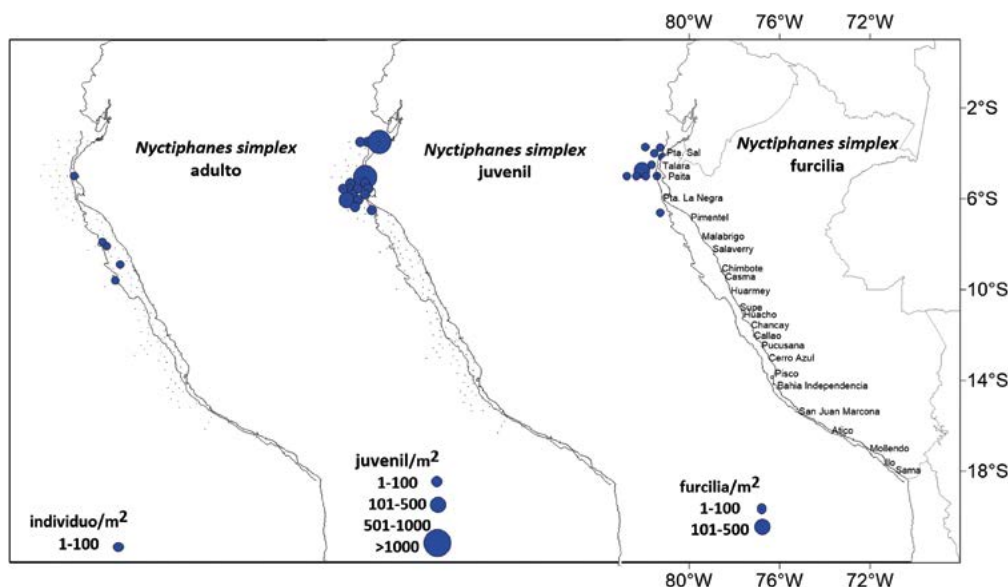


Figura 15.- Distribución de adulto, juvenil y furcilia de *Nyctiphanes simplex*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figura 15. Distribution of adult, juvenile, and furcilia of *Nyctiphanes simplex*. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Nematoscelis

Nematoscelis gracilis se distribuyó frente a Pucusana, Cerro Azul y al sur de bahía Independencia con abundancia de 3 ind/m². *Nematoscelis tenella* se localizó al sur de Punta La Negra con 3 ind/m² (Fig. 16). Los juveniles y adultos de *Nematoscelis* sp. registraron frecuencias de 24% y 2%. Las densidades de juveniles fluctuaron entre 3 y 234 ind/m², distribuidos entre Punta Sal y Pimentel, frente a Huarmey, Chancay, Callao, Pucusana, Cerro Azul y bahía Independencia, con mayor densidad frente a Punta Sal. La densidad de adultos fue de 3 ind/m² frente a Punta La Negra y Huarmey (Fig. 16).

Stylocheiron

Los juveniles y adultos de *Stylocheiron affine* se localizaron en 22% y 7% del total de las muestras, respectivamente. Los juveniles presentaron abundancias entre 3 y 78 ind/m², localizadas de Punta La Sal a Punta La Negra, entre Pucusana y Cerro Azul y frente a bahía Independencia. Los adultos presentaron abundancias de 3 a 69 ind/m² y se registraron frente a Talara, Punta La Negra, entre Huarmey y Huacho y, frente a Pucusana.

Nematoscelis

Nematoscelis gracilis was distributed off Pucusana, Cerro Azul, and south of Independencia Bay with an abundance of 3 ind/m². *Nematoscelis tenella* was observed south of Punta La Negra with 3 ind/m² (Fig. 16). Juveniles and adults of *Nematoscelis* sp. recorded frequencies of 24% and 2%. Juvenile densities ranged from 3 to 234 ind/m², distributed between Punta Sal and Pimentel, off Huarmey, Chancay, Callao, Pucusana, Cerro Azul, and Independencia Bay, with higher densities occurring off Punta Sal. Adults had a density of 3 ind/m² off Punta La Negra and Huarmey (Fig. 16).

Stylocheiron

Juveniles and adults of *Stylocheiron affine* were found in 22% and 7% of the total samples, respectively. Juveniles had abundances between 3 and 78 ind/m² and were recorded from Punta La Sal to Punta La Negra, between Pucusana and Cerro Azul, and off Independencia Bay. Adults presented abundances from 3 to 69 ind/m² and were recorded off Talara, Punta La Negra, between Huarmey and Huacho, and off Pucusana.

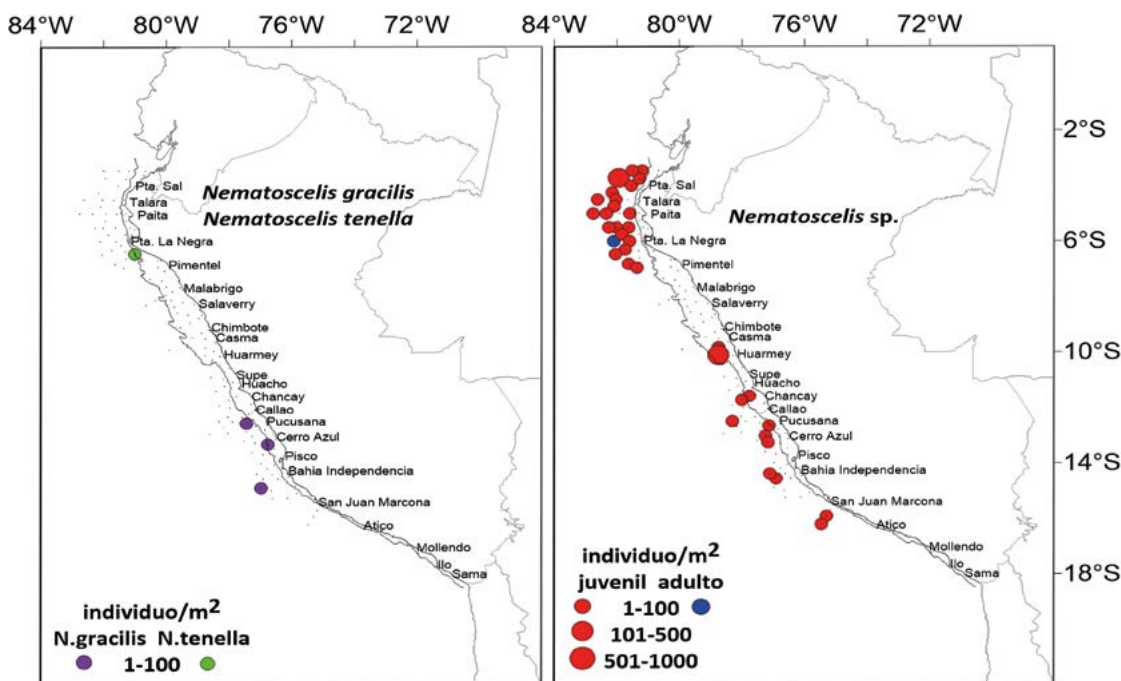


Figura 16.- Distribución de juveniles y adultos de: *Nematoscelis gracilis*, *N. tenella* y adultos y juveniles de *Nematoscelis* sp. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos.1502-04

Figure 16. Distribution of juveniles and adults of: *Nematoscelis gracilis*, *N. tenella*, and adults and juveniles of *Nematoscelis* sp. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

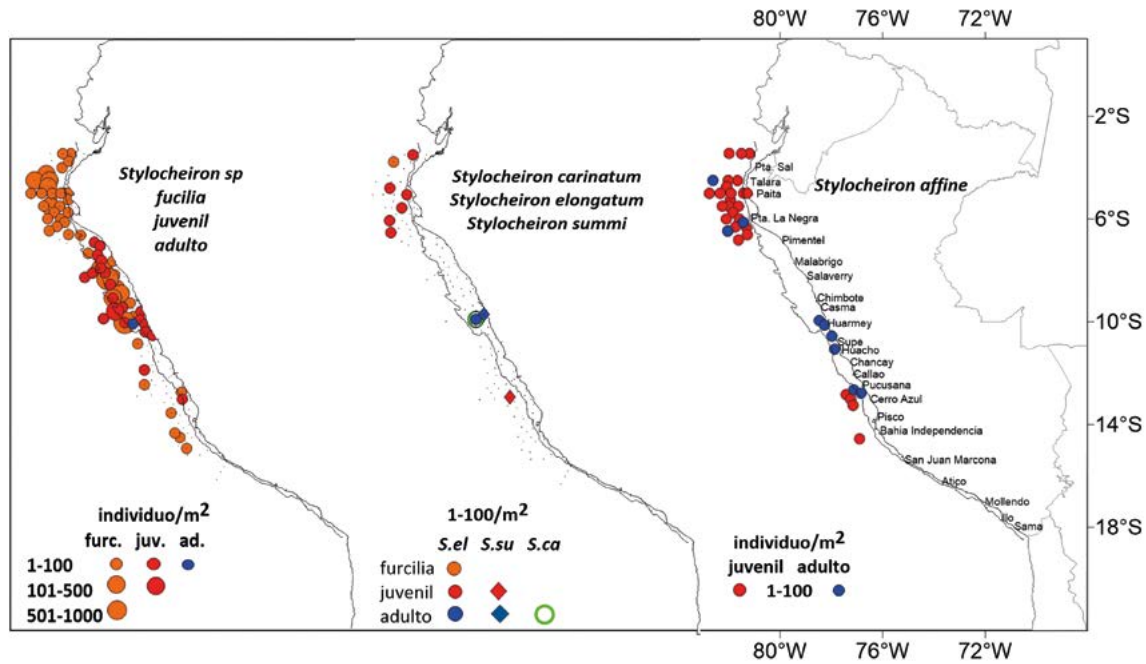


Figura 17.- Distribución de juveniles y adultos de: *Stylocheiron sp.*, *S. carinatum*, *S. elongatum* y *S. summi* y *S. affine*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos. 1502-04

Figure 17. Distribution of juveniles and adults of: *Stylocheiron sp.*, *S. carinatum*, *S. elongatum*, and *S. summi* and *S. affine*. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

La especie *S. carinatum* se localizó al norte de Huarney con abundancia de 6 ind/m². Se determinaron furcilia, juveniles y adultos de *S. elongatum*. Las furcilia se localizaron frente a Punta Sal con densidad de 9 ind/m², los juveniles se encontraron entre Punta Sal y Pimentel con abundancias de 3 a 12 ind/m². Los adultos se ubicaron al norte de Huarney con densidad de 3 ind/m² (Fig. 17).

ANÁLISIS COMUNITARIO

Respecto al ictioplancton, el mayor número de especies se registró a 60 mn de Punta Sal y la mayor abundancia a 60 mn del Callao. El índice de riqueza específica (d) varió de 0,110 a 1.960; la mayor riqueza se localizó a 55 mn de Talara. El índice de diversidad de Shannon ($H'\log_2$) presentó valores entre 0,008 y 2.656 bits.Ind⁻¹, con mayor valor a 50 mn al norte de Punta Sal. La equidad de Pielou (J') varió de 0,008 a 1.000 con el mayor valor a 50 mn y 100 mn de Cerro Azul y a 10 mn de Pisco.

La mayor densidad de los eufáusidos se registró a 5 mn de Punta Falsa. El índice de riqueza específica (d) varió entre 0,103 y 1.720. El índice de diversidad de Shannon ($H'\log_2$) presentó

S. carinatum was located north of Huarney with an abundance of 6 ind/m². Furcilia, juveniles, and adults of *S. elongatum* were determined. Furcilia were located off Punta Sal with a density of 9 ind/m², juveniles were located between Punta Sal and Pimentel with abundances varying from 3 to 12 ind/m². Adults were located north of Huarney with densities of 3 ind/m² (Fig. 17).

COMMUNITY ANALYSIS

Regarding ichthyoplankton, the highest number of species was recorded at 60 nm from Punta Sal while the highest abundance was at 60 nm from Callao. The specific richness index (d) ranged from 0.110 to 1,960; the highest richness was located 55 nm from Talara. The Shannon diversity index ($H'\log_2$) showed values between 0.008 and 2,656 bits.Ind⁻¹, with the highest value found 50 nm north of Punta Sal. Pielou's equity (J') ranged from 0.008 to 1,000 with the highest value at 50 nm and 100 nm from Cerro Azul and 10 nm from Pisco.

Euphausiids recorded their highest density at 5 nm from Punta Falsa. The specific richness index (d) varied between 0.103 and 1,720.

valores entre 0,019 y 2.995 bits. Ind⁻¹, los máximos índices de riqueza específica (d) y diversidad (H') se evidenciaron a 60 mn de Punta La Negra. La equidad de Pielou (J') varió entre 0,012 y 1.000, con mayor valor a 5 mn de Callao.

4. DISCUSIÓN

En marzo 2015, la temperatura superficial del mar (TSM) registró anomalías de hasta +1,5 °C. La evolución de la TSM en el océano Pacífico ecuatorial indicó un marcado incremento de las temperaturas en la segunda quincena del mes en la zona sudoriental y en la región Niño 1+2. Hacia finales del mes, las anomalías de TSM alcanzaron valores +1,2 °C en la región Niño 1+2; de +0,6 °C en la región Niño 3, de +0,6 °C en la región Niño 3.4 y de +1,1 °C en la región Niño 4 (ENFEN, 2015).

Los biovolúmenes más bajos de zooplancton estuvieron conformados por especies de zooplancton como *Acartia* sp., *Paracalanus parvus*, caracterizadas por presentar tamaños menores a 2 mm, asociadas a Aguas Costeras con temperaturas frías, mientras que, los mayores valores de biovolúmenes estuvieron integrados básicamente por especies de mesozooplancton con tamaños mayores a 2 mm asociadas por el norte a AES y ATS y por el este a las ASS.

En general, los adultos de anchoveta dominaron el sistema costero asociado a aguas costeras frías, mientras que la vinciguerría se localizó por fuera de la plataforma continental dominando la zona oceánica, asociado a Aguas Subtropicales Superficiales, conforme a estudios previos (GARCÍA y ROBLES, 2000). Para el ictioplancton, se observó un patrón similar al de adultos en la distribución de huevos, ya que en el caso de las larvas de anchoveta se localizan también por fuera de la plataforma continental; sin embargo, pocas veces se sobreponen a la distribución de larvas de vinciguerría (Fig. 18). La estructura de tallas de las larvas de anchoveta disminuyó de norte a sur, registrándose en la zona norte moda de 5 mm, en la zona centro de 3 mm y sur de 2,5 mm, evidenciándose recientes desoves en esta última zona.

Shannon's diversity index (H'log2) had values between 0.019 and 2,995 bits. Ind⁻¹, the maximum indices of specific richness (d) and diversity (H') were evident at 60 nm from Punta La Negra. Pielou's equity (J') varied between 0.012 and 1,000, with the highest value at 5 nm from Callao.

4. DISCUSSION

Sea surface temperature (SST) anomalies of up to +1.5 °C were recorded in March 2015. The evolution of SST in the equatorial Pacific Ocean indicated a noticeable increase in temperatures during the second fortnight of the month in the southeastern zone and the Niño 1+2 region. In late March 2015, SST anomalies reached values of +1.2 °C in the Niño 1+2 region, +0.6 °C in the Niño 3 region, +0.6 °C in the Niño 3.4 region, and +1.1 °C in the Niño 4 region (ENFEN, 2015).

Zooplankton species such as *Acartia* sp. and *Paracalanus parvus*, characterized by sizes smaller than 2 mm, showed the lowest zooplankton biovolumes, associated with coastal waters with cold temperatures, while the highest biovolume values were composed of mesozooplankton species with sizes larger than 2 mm, associated to the north with ESW and TSW and to the east with SSW.

Engraulis ringens adults generally dominated the coastal system associated with CCW, while *V. lucetia* were located outside the continental shelf, dominating the oceanic zone, associated with Subtropical Surface Waters, according to previous studies (GARCÍA & ROBLES, 2000). Regarding ichthyoplankton, a pattern similar to that of adults was observed in the distribution of eggs since the *E. ringens* larvae are also located outside the continental shelf, although they rarely overlap with the distribution of *V. lucetia* larvae (Fig. 18). The size structure of *E. ringens* larvae decreased from north to south, with 5 mm in the northern zone, 3 mm in the central zone, and 2.5 mm in the southern zone, with recent spawning in the latter.

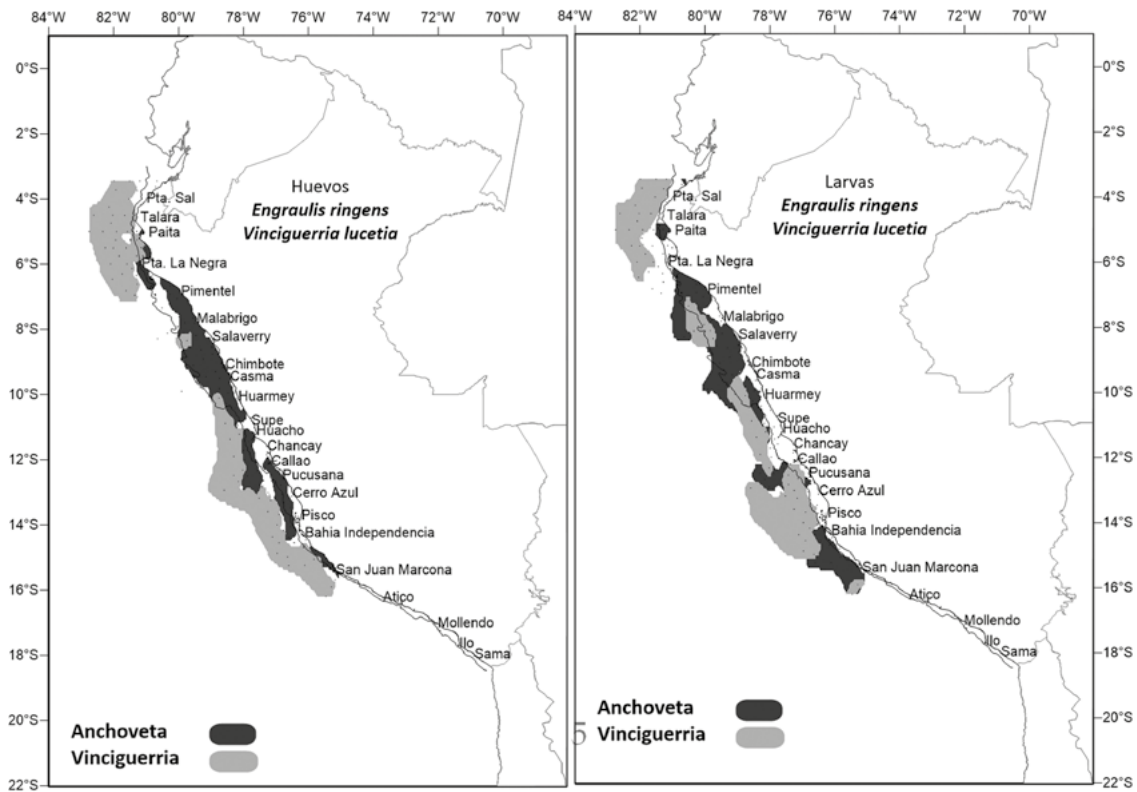


Figura 18.- Distribución de huevos y larvas de anchoqueta y vinciguerria. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Figure 18. Distribution of *E. ringens* and *V. lucetia* eggs and larvae. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

Dentro del zooplancton, eufáusidos fue el grupo que más contribuye a la biomasa zooplanctónica (ARONÉS *et al.*, 2019), registrando mayores densidades por fuera de la plataforma continental (AYÓN *et al.*, 2011). Durante el verano-otoño 2015, se determinó predominancia de eufáusidos en sus primeros estadios de desarrollo (caliátopis y furciliás) en la capa superior de 50 m. Esto, de acuerdo con HARRINGTON & THOMAS (1987), corresponde a un tipo de migración ontogénica, ya que afirman que algunas especies registran los primeros estadios sobre los 50 metros debido a las bajas velocidades de hundimiento de sus huevos. Este tipo de migración fue registrado para especies como *Euphausia mucronata* (OLIVARES, 2000), que ha sido la especie de mayor abundancia registrada para este periodo. Los juveniles y adultos de *Euphausia* y *Nematoscelis* se registraron en la zona oceánica; sin embargo, para las especies de *Stylocheiron* los adultos se localizaron principalmente dentro de la plataforma continental mientras que los juveniles dentro y fuera de la plataforma.

Euphausiids were the group that contributed most to zooplankton biomass (ARONÉS *et al.*, 2019), with the highest densities recorded outside the continental shelf (AYÓN *et al.*, 2011). We determined a predominance of euphausiids in their early developmental stages (caliátopis and furciliás) in the upper 50 m layer during the summer-autumn 2015. According to HARRINGTON & THOMAS (1987), this corresponds to an ontogenetic migration, as they state that some species record the first stages above 50 m due to the low sinking velocities of their eggs. This type of migration was recorded for species such as *Euphausia mucronata* (OLIVARES, 2000), which has been the most abundant species recorded during this period. Juveniles and adults of *Euphausia* and *Nematoscelis* were recorded in the oceanic zone. Nonetheless, for *Stylocheiron* species, the adults were mainly located within the continental shelf while the juveniles occurred inside and outside the continental shelf.

5. CONCLUSIONES

Durante el verano-otoño 2015, los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 0,001 y 5,72 mL/m³, con mediana de 0,62 mL/m³. Los menores biovolúmenes estuvieron asociados a especies costeras de tamaños menores a 2 mm y los mayores se caracterizaron por presencia de especies relacionadas con ASS y AES, de tamaños mayores a 2 mm.

Se registraron 18 especies de eufáusidos pertenecientes a los géneros *Euphausia*, *Nematoscelis*, *Nematobranchion*, *Nyctiphanes* y *Stylocheiron*. Predominaron los estadios tempranos calyptopis y furcilia con frecuencias de 68% y 87%, respectivamente.

Se determinaron 63 especies de ictioplancton siendo la especie más abundante *Engraulis ringens* "anchoveta", cuyos huevos y larvas oscilaron de 3 a 4.566 huevos/m² y de 3 a 2.574 larvas/m² distribuidos desde Talara hasta San Juan de Marcona. Los huevos y larvas *Vinciguerria lucetia* fluctuaron de 3 a 4.212 huevos/m² y de 3 a 1.512 larvas/m², reportados principalmente por fuera de la plataforma continental. Ambas especies tuvieron un patrón de distribución similar a la de adultos, la anchoveta asociada a ACF y vinciguerria a ASS.

5. CONCLUSIONS

Zooplankton biovolumes ranged from 0.001 to 5.72 mL/m³ during summer-autumn 2015, with a median of 0.62 mL/m³. The lowest biovolumes were associated with coastal species smaller than 2 mm in size and the highest ones were characterized by the presence of SSW- and ESW-related species larger than 2 mm.

We recorded 18 euphausiid species belonging to the genera *Euphausia*, *Nematoscelis*, *Nematobranchion*, *Nyctiphanes*, and *Stylocheiron*. The calyptopis and furcilia early stages predominated with frequencies of 68% and 87%, respectively.

A total of 63 ichthyoplankton species were identified, with *Engraulis ringens* being the most abundant and whose eggs and larvae ranged from 3 to 4,566 eggs/m² and 3 to 2,574 larvae/m² distributed from Talara to San Juan de Marcona. *Vinciguerria lucetia* eggs and larvae ranged from 3 to 4,212 eggs/m² and 3 to 1,512 larvae/m², mainly outside the continental shelf. Both species were similarly distributed as adults, with *E. ringens* associated with CCW while *V. lucetia* was associated with SSW.

6. REFERENCIAS / REFERENCES

- ARONÉS, K., GRADOS, D., AYÓN, P., BERTRAND, A. (2019). Spatio-temporal trends in zooplankton biomass in the northern Humboldt current system off Peru from 1961-2012. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 169, 104656.
- AYÓN, P., PURCA, S., GUEVARA-CARRASCO, R. (2004). Zooplankton volume trends off Peru between 1964 and 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 61(4), 478-484.
- AYÓN, P., SWARTZMAN, G., ESPINOZA, P., BERTRAND, A. (2011). Long-term changes in zooplankton size distribution in the Peruvian Humboldt Current System: conditions favouring sardine or anchovy. *Marine Ecology Progress Series*, 422, 211-222.
- CARRASCO, S., LOZANO, O. (1989). Seasonal and long-term variations of zooplankton volumes in the Peruvian Sea 1964 - 1987. In: Pauly, D., Muck, D., Mendo, J., Tsukayama, I. (Eds.), *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and Interactions*, pp. 82-85. ICLARM. 438 pp.
- EINARSSON, H., ROJAS DE MENDIOLA, B. (1963). Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). *Bol Inst Invest Recurs Mar. Callao*, 1(1), 1-23.
- GARCÍA, W., ROBLES, C. (2000). Temperatura y Salinidad del mar peruano durante la prospección del recurso *Vinciguerria lucetia*, Crucero BIC José Olaya Balandra 9910. *Inf Inst Mar Perú*, 156, 48-52.
- HARRINGTON, S. A., THOMAS, P. G. (1987). Observations on spawning *Euphausia crystallorophias* from waters adjacent to ender by land (east Antarctica) and speculations on the early ontogenetic ecology of neritic euphausiids. *Polar biology*, 7(2), 93 - 95.
- ENFEN. (2015). Informe técnico ENFEN. Estudio Nacional del Fenómeno El Niño.
- KRAMER, D., KALIN, M. J., STEVENS, E. G., THRAILKILL, J. R., ZWEIFEL, J. R. (1972). Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. NOAA Technical Report NMFS, Circ-370. U. S. Department of Commerce. NOAA. National Marine Fisheries Service, Seattle, WA. 38 pp.
- MOSER, H. (1996). The Early Stages of Fishes in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations. Atlas 33, 1505 pp.
- OLIVARES, G. (2000). Mecanismos de interacción físico biológica en una zona de surgencia costera: retención de larvas y cierre de ciclo de vida de *Euphausia mucronata*. Tesis entregada a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar el grado de Magister en Ciencias Biológicas mención Ecología. Universidad de Chile.
- ROJAS DE MENDIOLA, B., GÓMEZ, O. (1981). Daily otolith rings in otoliths of larval anchovy (*Engraulis ringens*). *Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 178, 565-566.
- SANTANDER, H., SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1973). Estudio sobre la primera etapa de vida de la anchoveta. *Inf Inst Mar Perú*, 4, 1-30.
- VAN GUELPEL, L., MARKLE, D. F., DUGGAN, D. J. (1982). An evaluation of accuracy, precision and speed of several zooplankton-subsampling techniques. *Journal du Conseil Conseil International pour L'exploration de la Mer*, 40, 226-236.

ANEXOS

Tabla 1.- Composición, abundancia (Ind./m²) y frecuencia (%) del ictioplancton por especie y estadio. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04

Table 1. Composition, abundance (Ind./m²), and frequency (%) of ichthyoplankton by species and stage. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

ORDEN	INFRAORDEN/FAMILIA	ESPECIE	Estadio	Frecuencia relativa	Abundancia mínima	Abundancia máxima	Mediana	Abundancia relativa
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	46.04	3	4566	51	46.20
			larva	43.88	3	2574	15	12.67
			adulto	1.44	3	3	3	0.01
	Clupeidae	No determinado	huevo	4.32	9	1512	48	3.78
			larva	8.63	3	399	21	1.04
			larva	1.44	3	3	3	0.01
Stomiiformes	Gonostomatidae	<i>Sardinops sagax sagax</i>	huevo	0.72	33	33	33	0.05
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	42.45	3	4212	18	17.39
Stomiiformes	Phosichthyidae	<i>Cyclothone</i> sp.	huevo	35.97	3	1518	33	10.90
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			juvenil	1.44	3	3	3	0.01
Myctophiformes	Myctophidae	<i>Diogenichthys laternatus</i>	larva	34.53	3	738	18	5.40
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	10.79	3	21	9	0.20
			larva	1.44	3	9	6	0.02
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	5.76	3	42	9	0.16
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	7.91	3	39	9	0.24
			larva	0.72	6	6	6	0.01
			larva	4.32	3	18	3	0.05
			larva	11.51	3	72	10.5	0.45
Argentiniformes	Bathylagidae	<i>Bathylagus wesethi</i>	huevo	0.72	9	9	9	0.01
			larva	7.19	3	24	3	0.09
			larva	2.16	3	3	3	0.01
Scombriformes	Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	huevo	0.72	3	3	3	0.00
			larva	4.32	3	15	7.5	0.08
			larva	0.72	3	3	3	0.00
	Scombridae	<i>Sarda chilensis</i>	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	2.88	3	27	13.5	0.09
			larva	4.32	3	15	6	0.07
Perciformes	Blenniidae	No determinado	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	0.72	3	3	3	0.00
	Chiasmodontidae	<i>Chiasmodon niger</i>	larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
	Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	2.88	3	6	3	0.02
	Cottidae	No determinado	larva	1.44	3	9	6	0.02
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
	Gobiidae	<i>Halichoeres</i> sp.	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Labridae	<i>Chromis</i> sp.	larva	0.72	3	3	3	0.00	
		larva	0.72	3	3	3	0.00	
		larva	0.72	3	3	3	0.00	
Pomacentridae	<i>Larimus</i> sp.	larva	0.72	3	3	3	0.00	
		larva	7.19	3	198	10.5	0.49	
		larva	0.72	3	3	3	0.00	
Sciaenidae	<i>Sciaena deliciosa</i>	larva	2.16	3	3	3	0.01	
		larva	0.72	6	6	6	0.01	
		larva	5.04	3	9	3	0.04	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Prionotus stephanophrys</i>	larva	5.04	3	9	3	0.04
			larva	2.16	3	3	3	0.01
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	0.72	12	12	12	0.02
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			huevo	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Anguilliformes	Stomiidae	No determinado	huevo	1.44	3	9	6	0.02
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Aulopiformes	Paralepididae	<i>Lestidiops pacificum</i>	larva	2.16	3	6	3	0.02
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Aulopiformes	Scopelarchoides	<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	2.16	3	18	3	0.04
			larva	2.16	3	9	6	0.03
Beloniformes	Synodontidae	No determinado	huevo	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	5.04	3	3	3	0.03
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	huevo	5.04	3	3	3	0.03
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Beryciformes	Melamphidae	<i>Melamphaes</i> sp.	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	6	6	6	0.01
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Carangiformes	Carangidae	<i>Selena peruviana</i>	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	4.32	3	15	7.5	0.08
			larva	1.44	3	3	3	0.01
Gadiformes	Merlucciidae	<i>Merluccius gayi</i>	larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	1.44	3	3	3	0.01
Lophiiformes	Oneirodidae	<i>Oneirodes</i> sp.	larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	1.44	3	3	3	0.01
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Mugiliformes	Mugilidae	No determinado	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Ophidiiformes	Carapidae	<i>Echiodon rendolni</i>	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	6	6	6	0.01
			larva	0.72	3	3	3	0.00
Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Cherublemma</i> sp.	larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	3	3	3	0.00
			larva	0.72	6	6	6	0.01
No determinado	No determinado	No determinado	huevo	46.76	3	867	15	8.31
			larva	24.46	3	168	9	1.42
			adulto	0.72	3	3	3	0.00

Tabla 2.- Composición, abundancia (Ind./m³) y frecuencia (%) del Grupo Euphausiacea por especie y estadio. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1502-04Table 2. Composition, abundance (Ind./m³), and frequency (%) of Euphausiids by species and stage. 1502-04 Hydroacoustic Research Cruise for Pelagics

ESPECIE	Estadio	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Abundancia mínima	Abundancia máxima	Mediana	Abundancia relativa
<i>Euphausia diomedae</i>	adulto	1	0.74	6	6	6	0.00
<i>Euphausia distinguenda</i>	juvenil	16	11.85	3	252	16.5	0.11
	adulto	7	5.19	3	96	6	0.04
<i>Euphausia eximia</i>	juvenil	19	14.07	3	234	24	0.16
	adulto	26	19.26	3	690	22.5	0.39
<i>Euphausia lamelligera</i>	juvenil	25	18.52	3	4095	108	1.27
	adulto	9	6.67	3	684	15	0.18
<i>Euphausia mucronata</i>	juvenil	72	53.33	3	1728	54	2.26
	adulto	41	30.37	3	1743	48	1.14
<i>Euphausia mutica</i>	adulto	1	0.74	6	6	6	0.00
<i>Euphausia tenera</i>	juvenil	12	8.89	3	222	13.5	0.09
	adulto	6	4.44	3	66	3	0.02
<i>Nemastocelis</i> sp.	juvenil	33	24.44	3	234	12	0.17
	adulto	3	2.22	3	30	18	0.01
<i>Nematobracion flexipes</i>	adulto	1	0.74	3	3	3	0.00
<i>Nematoscelis gracilis</i>	adulto	3	2.22	3	3	3	0.00
<i>Nematoscelis tenella</i>	adulto	1	0.74	3	3	3	0.00
<i>Nyctiphanes simplex</i>	furcilia	11	8.15	3	129	15	0.06
	juvenil	17	12.59	3	1920	12	0.66
	adulto	5	3.70	3	27	3	0.01
<i>Stylocheiron affine</i>	juvenil	28	20.74	3	90	9	0.10
	adulto	9	6.67	3	69	3	0.02
<i>Stylocheiron carinatum</i>	adulto	1	0.74	6	6	6	0.00
<i>Stylocheiron elongatum</i>	furcilia	1	0.74	9	9	9	0.00
	juvenil	6	4.44	3	12	6	0.01
	adulto	1	0.74	3	3	3	0.00
<i>Stylocheiron</i> sp.	furcilia	65	48.15	3	1110	27	1.08
	juvenil	21	15.56	3	117	21	0.10
	adulto	1	0.74	3	3	3	0.00
<i>Stylocheiron suhmi</i>	juvenil	1	0.74	6	6	6	0.00
	adulto	1	0.74	3	3	3	0.00
No determinado	nauplio	1	0.74	12	12	12	0.00
	metanauplio	4	2.96	3	12	4.5	0.00
	calyptopis	92	68.15	3	337920	37.5	76.98
	furcilia	117	86.67	3	11352	216	15.13
	juvenil	3	2.22	15	24	21	0.01