

BIOVOLÚMENES DE ZOOPLANCTON, ICTIOPLANCTON Y EUFÁUSIDOS DEL MAR PERUANO, PRIMAVERA 2017

BIOVOLUMES OF ZOOPLANKTON, ICHTHYOPLANKTON, AND EUPHAUSIIDS IN THE PERUVIAN SEA (SPRING 2017)

Elda Pinedo¹Patricia Ayón¹
<https://doi.org/10.53554/boletin.v38i2.388>

RESUMEN

PINEDO, E. & AYÓN, P. (2023). Biovolúmenes de zooplancton, ictioplancton y eufáusidos del mar peruano, primavera 2017. *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 215-236.- Se dan a conocer los resultados del análisis de muestras de zooplancton recolectadas durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1709-11, ejecutado del 29 de setiembre al 9 de noviembre 2017, cubriendo el área desde Punta Sal hasta Morro Sama. Fueron determinados huevos y larvas de 30 familias y 49 especies de ictioplancton. Los huevos y larvas de anchoveta fueron los más abundantes con valores que fluctuaron entre 3 y 9.000 huevos.m⁻², así como entre 3 y 1.602 larvas.m⁻². Las zonas con mayores desoves se localizaron en la franja costera desde Paita hasta bahía de Independencia y frente a Ilo, mientras que las larvas, con una distribución más amplia, presentaron pequeños focos entre Paita y Punta La Negra, y entre Pimentel y Malabrigo. Los huevos de vinciguerría también presentaron altas densidades, con valores entre 3 y 15.480 huevos.m⁻², mientras que las larvas fueron poco abundantes (3 - 54 larvas.m⁻²), ambos localizados por fuera de la plataforma continental. Trece especies de eufáusidos fueron determinadas, siendo *Euphausia mucronata* la más abundante y frecuente, distribuida en toda el área evaluada. Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 0,010 y 5,4 mL.m⁻³, siendo los biovolúmenes menores a 0,5 mL.m⁻³ los más frecuentes (73 %).

PALABRAS CLAVE: ictioplancton, anchoveta, *Euphausia mucronata*

ABSTRACT

PINEDO, E. & AYÓN, P. (2023). Biovolumes of zooplankton, ichthyoplankton, and euphausiids in the Peruvian sea (spring 2017). *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 215-236.- This study presents the results of zooplankton samples analyzed during the Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11, conducted from September 29 to November 9, 2017, covering the area from Punta Sal to Morro Sama. We identified eggs and larvae of 30 families and 49 species of ichthyoplankton. Among these, *Engraulis ringens* eggs and larvae were the most abundant, ranging from 3 to 9,000 eggs.m⁻², and from 3 to 1,602 larvae.m⁻², respectively. The highest spawning activities were observed in the coastal areas from Paita to Independencia Bay and off the coast of Ilo. Larvae, with a wider distribution, were found in small clusters between Paita and Punta La Negra and between Pimentel and Malabrigo. *Vinciguerria lucetia* eggs also exhibited high densities, ranging from 3 to 15,480 eggs.m⁻², while larvae were less abundant (3 - 54 larvae.m⁻²), both located beyond the continental shelf. Thirteen species of euphausiids were identified, with *Euphausia mucronata* being the most abundant and widespread species across the study area. Zooplankton biovolumes ranged from 0.010 to 5.4 mL.m⁻³, with biovolumes less than 0.5 mL.m⁻³ being the most frequent (73 %).

KEYWORDS: ichthyoplankton, anchoveta, *Euphausia mucronata*

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de zooplancton e ictioplancton realizados por el IMARPE permiten obtener información sobre biomasa del zooplancton, composición y abundancia de grupos importantes como los eufáusidos, considerados un importante ítem alimenticio de muchos peces y que aporta con sus densidades y biomasa al macrozooplancton, y de los primeros estadios de vida de peces de importancia comercial para el mar peruano.

1. INTRODUCTION

IMARPE's zooplankton and ichthyoplankton studies offer invaluable insights into zooplankton biomass, composition, and the abundance of crucial groups like euphausiids, which serve as a significant food source for numerous fish species. Euphausiids play a vital role in the macrozooplankton community due to their densities and biomasses. These studies are particularly focused on the early life stages of commercially important fish species in the Peruvian sea.

1 IMARPE, DGIIOC, epinedo@imarpe.gob.pe, <https://orcid.org/0009-0008-4520-3449>
payon@imarpe.gob.pe, <https://orcid.org/0000-0002-5997-741X>

Los cruceros hidroacústicos de recursos pelágicos tienen como principal objetivo el estudio de anchoveta y de otras especies de peces de interés económico que sustentan nuestras pesquerías. Por ello, durante estos cruceros son recolectadas muestras de zooplancton para el estudio de huevos y larvas de esos recursos, con el fin de tener información sobre niveles de abundancia, zonas de desove y distribución y sobrevivencia de larvas que favorecen el reclutamiento.

En este informe se presenta información de los biovolúmenes de zooplancton, composición y abundancia de euphausiids e identificación, concentración y distribución de huevos y larvas de las especies de peces más importantes durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos de primavera 2017.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas durante el crucero hidroacústico de recursos pelágicos 1709-11, realizado del 22 de setiembre al 9 de noviembre 2017, a bordo de los BIC José Olaya Balandra y Humboldt, de Punta Sal a Morro Sama, hasta una distancia máxima de 110 mn desde costa (Fig. 1). En total fueron colectadas 302 muestras con red Hensen de 300 μm , en lances verticales hasta 50 m de profundidad máxima, las cuales fueron fijadas y preservadas con formaldehído al 2 % y llevadas al laboratorio de zooplancton y producción secundaria del IMARPE para su análisis.

En el laboratorio, los huevos y larvas de peces (ictioplancton) fueron identificados, cuantificados y separados. Para la determinación de especies, se consultó a EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO (1973) y MOSER (1996). Las larvas de anchoveta fueron separadas y medidas al 0,5 mm inferior, para tener una aproximación de su edad y distribución en el área de estudio.

The primary objective of the hydroacoustic pelagic resources cruises is to study *Engraulis ringens* and other economically significant fish species vital for sustaining our fisheries. Consequently, zooplankton samples are collected during these cruises to analyze the eggs and larvae of these resources. This research is instrumental in understanding abundance levels, spawning areas, larval distribution, and survival, all of which are pivotal factors for recruitment.

This report provides comprehensive information on zooplankton biovolumes, the composition and abundance of euphausiids, as well as the identification, concentration, and distribution of eggs and larvae of key fish species observed during the Spring 2017 Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise.

2. MATERIAL AND METHODS

During the Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11, conducted from September 22 to November 9, 2017, aboard the R/Vs José Olaya Balandra and Humboldt, zooplankton samples were meticulously collected. The cruise covered a vast area, stretching from Punta Sal to Morro Sama and reaching a maximum distance of 110 nm offshore (Fig. 1). A total of 302 samples were gathered using a 300 μm Hensen net, employing vertical tows down to a maximum depth of 50 m. These samples were diligently fixed and preserved in a 2 % formaldehyde solution, then transported to IMARPE's zooplankton and secondary production laboratory for detailed analysis.

In the laboratory, fish eggs and larvae (ichthyoplankton) were accurately identified, quantified, and separated. Species determination was made with reference to EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO (1973), and MOSER (1996). *E. ringens* larvae were individually measured to the nearest 0.5 mm to estimate their age and distribution within the study area.

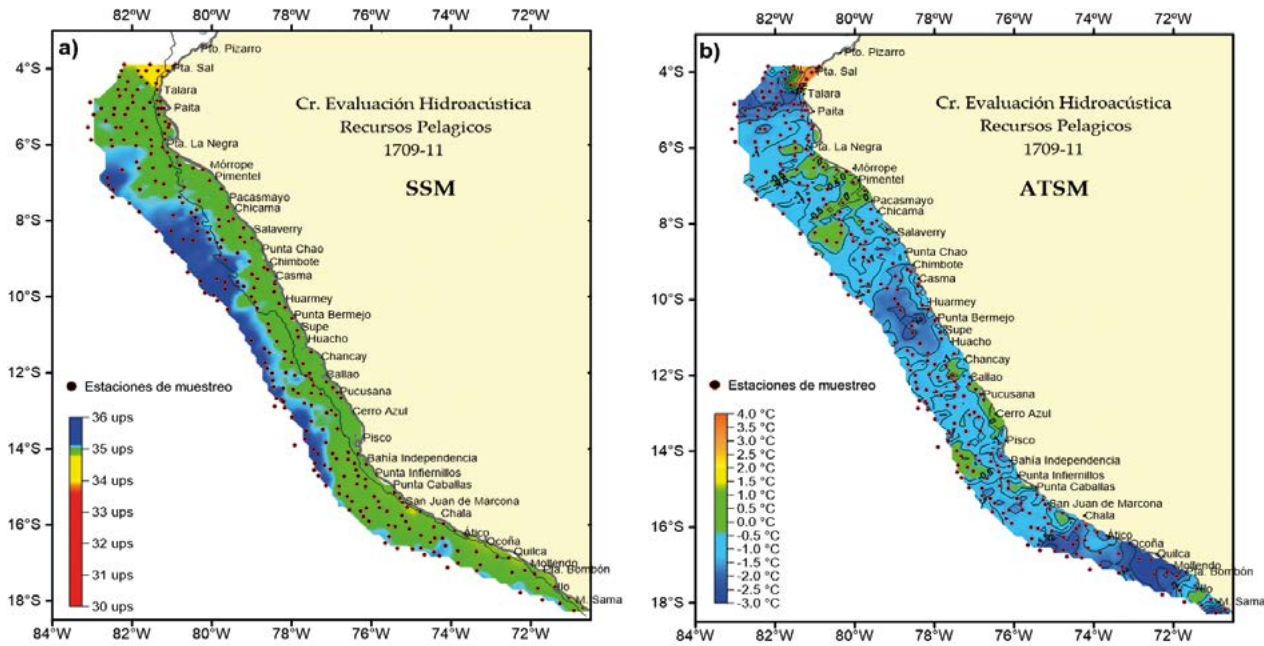


Figura 1.- Posición de estaciones de muestreo, (a) Salinidad Superficial del Mar (SSM), (b) Anomalías Térmicas Superficiales del Mar (ATSM). Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 1. Location of sampling stations, (a) Sea Surface Salinity (SSS), (b) Sea Surface Thermal Anomalies (SSTA). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

La abundancia de huevos y larvas fueron expresados en huevos.m⁻² y larvas.m⁻². Para la identificación de los estadios y especies de eupáusidos, se empleó la literatura de BRINTON (1967) y BOLTOVSKOY (1999), sus abundancias fueron expresadas en ind.m⁻².

La cuantificación de la muestra fue total, mientras que para los estadios o especies más abundantes fue empleado el método del fraccionamiento del beaker de *Huntsman Marine Laboratory* (HML) (VAN GUELPEN, MARKLE & DUGGAN, 1982).

Se tomaron los biovolúmenes de zooplancton, de acuerdo al método de volumen desplazado siguiendo a KRAMER, KALIN, STEVENS, THRAILKILL y ZWEIFEL (1972), retirando a los organismos grandes como múnida, larvas de peces de mayor tamaño, paralarvas de cefalópodos y gelatinosos como medusas y sifonóforos.

El procesamiento de la información y gráficos se hizo con el programa Excel 2016 y la elaboración de mapas de distribución y abundancia con el programa Surfer v15.

Abundance values for eggs and larvae were expressed as eggs.m⁻² and larvae.m⁻², respectively. For the identification of stages and species of euphausiids, we adhered to the methodologies outlined by BRINTON (1967) and BOLTOVSKOY (1999), reporting their abundances as ind.m⁻².

The quantification of the samples was thorough, and for the most abundant stages or species, we employed the *Huntsman Marine Laboratory* (HML) beaker fractionation method (VAN GUELPEN, MARKLE & DUGGAN, 1982).

Zooplankton biovolumes were estimated using the displaced volume method (KRAMER, KALIN, STEVENS, THRAILKILL, & ZWEIFEL, 1972). Notably, larger organisms such as squat lobsters, sizable fish larvae, cephalopod paralarvae, and gelatinous organisms like jellyfish and siphonophores were excluded from the analysis.

Data processing and graph generation were conducted using Excel 2016, and distribution and abundance maps were created using Surfer v15.

3. RESULTADOS

Biovolúmenes de zooplancton

Los biovolúmenes oscilaron entre 0,01 y 5,4 mL.m⁻³, con mediana de 0,3 mL.m⁻³, observándose en general, que los valores estuvieron por debajo del rango superior (>6,5 mL.m⁻³).

Los biovolúmenes menores a 0,5 mL.m⁻³ fueron más frecuentes (72 %) en las estaciones evaluadas, localizados desde Punta Sal hasta Sama, mientras que biovolúmenes entre 0,5 y 2,5 mL.m⁻³ (26 %), se distribuyeron de manera dispersa. Se observaron dos núcleos mayores a 2,5 mL.m⁻³ localizados frente a Punta La Negra y a Pimentel, por fuera de la plataforma continental (Tabla 1, Fig. 2).

3. RESULTS

Zooplankton biovolumes

The zooplankton biovolumes exhibited a range from 0.01 to 5.4 mL.m⁻³, with a median value of 0.3 mL.m⁻³, consistently remaining below the upper limit of 6.5 mL.m⁻³.

Biovolumes less than 0.5 mL.m⁻³ were predominant at the surveyed stations, accounting for 72% of the samples taken from Punta Sal to Sama. Biovolumes ranging from 0.5 to 2.5 mL.m⁻³ constituted 26% of the observed samples and were scattered across the surveyed area. Notably, two substantial concentrations exceeding 2.5 mL.m⁻³ were identified off the shores of Punta La Negra and Pimentel, extending beyond the continental shelf (Table 1, Fig. 2).

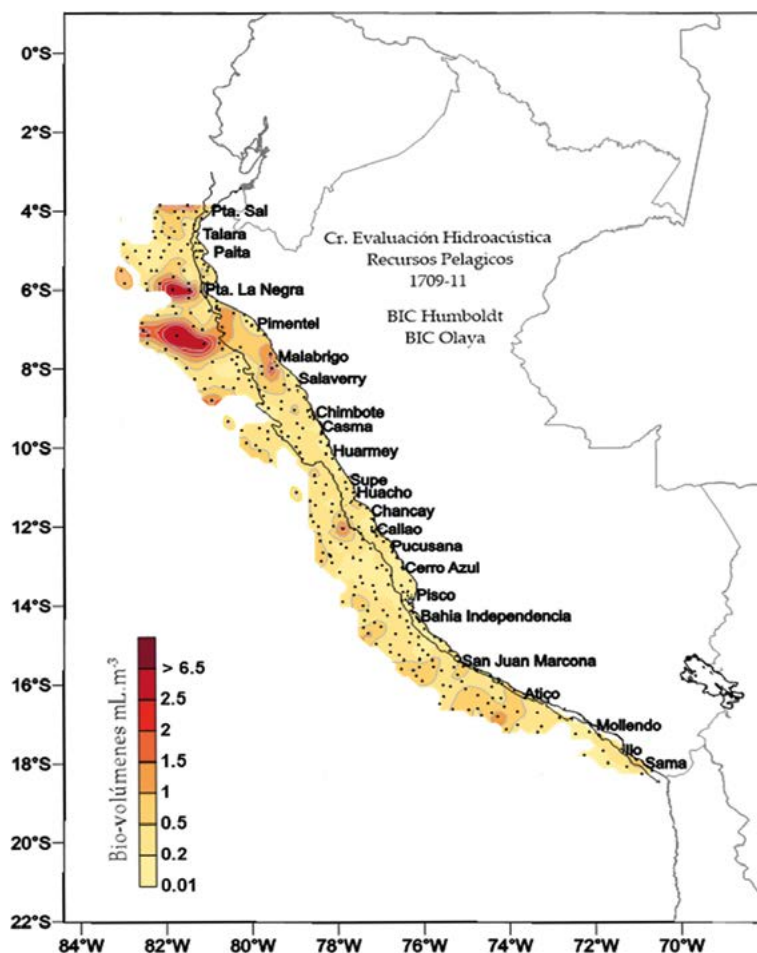


Figura 2.- Distribución de biovolúmenes (mL.m⁻³) de zooplancton. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 2. Zooplankton biovolumen distribution (mL.m⁻³). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

Tabla 1.- Frecuencia de biovolúmenes (mL.m⁻³) de zooplancton. Cr. Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Table 1. Frequency of zooplankton biovolumes (mL.m⁻³). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

Rango de biovolúmenes (mL.m ⁻³)	Frecuencia %
0,01 - 0,2	35
0,2 - 0,5	37
0,5 - 1,0	18
1,0 - 1,5	5
1,5 - 2,0	2
2,0 - 2,5	1
2,5 - 6,5	2
>6,5	0

Ictioplancton

Las abundancias de huevos de peces variaron entre 3 y 15.480 huevos.m⁻², con valor medio de 90 huevos.m⁻² y frecuencia del 74 %, mientras que el rango de abundancia de larvas estuvo entre 3 y 1,677 larvas.m⁻², con mediana de 15 larvas/m² y frecuencia 80 %.

Ichthyoplankton

The study revealed a wide range in the abundance of fish eggs, spanning from 3 to 15,480 eggs.m⁻², with a mean value of 90 eggs.m⁻² and a frequency of occurrence at 74 %. Similarly, the larval abundance exhibited considerable variation, ranging from 3 to 1,677 larvae.m⁻², with a median of 15 larvae.m⁻² and a frequency of 80 %.

Ichthyoplankton, comprising eggs and larvae from 22 orders, 40 families, and 49 distinct species, was meticulously analyzed. Notably, the family Engraulidae (69 %) dominated the samples, constituting 69 %, followed closely by Phosichthyidae (28 %). Additionally, several other families, including Myctophidae (1 %), Merluccidae (1 %), Bathylagidae (0.2 %), and Sciaenidae (0.1 %), demonstrated noteworthy concentrations within the study area (Table 2- Annex).

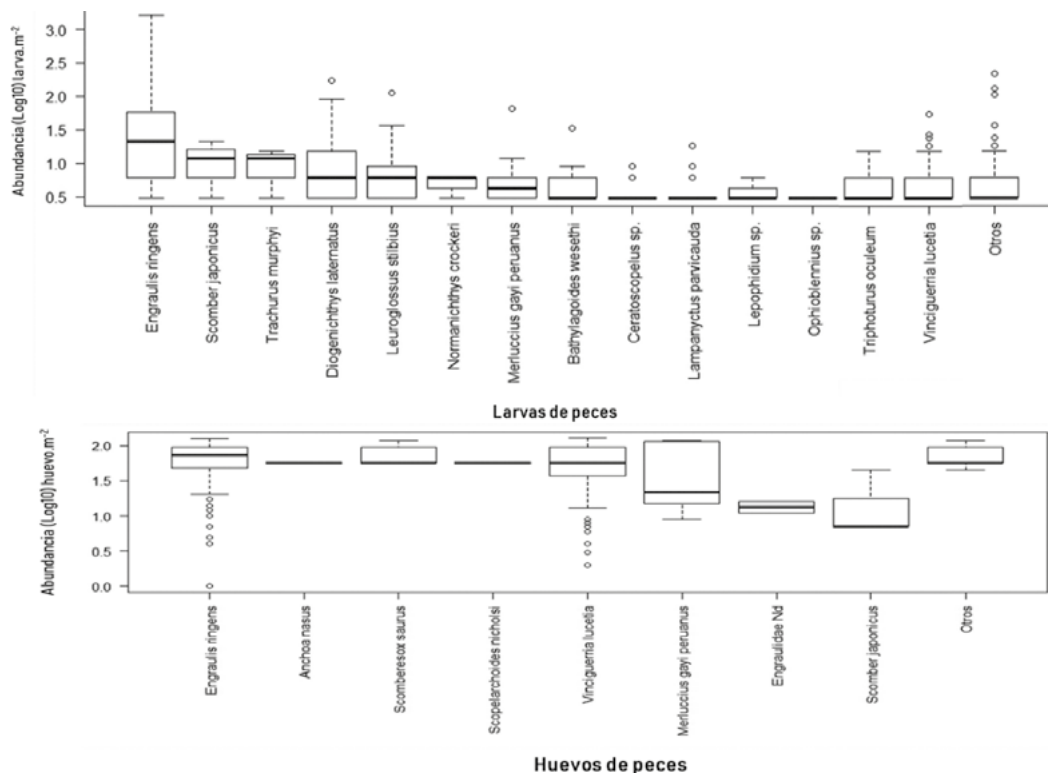


Figura 3.- Abundancia total (Log10) de huevos (huevo.m⁻²) y larvas (larva.m⁻²) de peces. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 3. Total abundance (Log10) of fish eggs (egg.m⁻²), larvae (larva.m⁻²). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

El ictioplancton estuvo representado por huevos y larvas de 22 órdenes, 40 familias y 49 especies. Las familias más importantes por abundancia fueron Engraulidae (69 %) y Phosichthyidae (28 %). Otras familias como Myctophidae (1 %), Merluccidae (1 %), Bathylagidae (0,2 %) y Sciaenidae (0,1 %) también mostraron importantes concentraciones en el área de estudio (Tabla 2- Anexo).

La especie más abundante y frecuente fue *Engraulis ringens* (Engraulidae), cuyos huevos y larvas representaron el 68 y 76 % del total, respectivamente, seguido de huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia* (Phosichthyidae), que comprendieron 30 % y 3 % del total, respectivamente (Fig. 3).

Engraulis ringens “anchoveta”

Los huevos y larvas de anchoveta oscilaron entre 3 y 9.000 huevos.m⁻² y 3 y 1.602 larvas.m⁻², con frecuencia del 36 y 48 %, respectivamente. Los huevos tuvieron distribución muy costera, pero con pequeños focos alejados de la costa hasta un máximo de 100 mn. Las concentraciones mayores a 1.000 huevos.m⁻² fueron más frecuentes, localizadas entre Paita y Chimbote, entre Supe y Pisco, y entre Mollendo e Ilo (Fig. 4a). Las larvas tuvieron distribución más amplia que los huevos, con mayor presencia de abundancias menores a 100 larvas.m⁻², encontrándose pequeños núcleos de abundancias mayores a 500 larvas.m⁻², replegados a la franja costera al norte de Punta La Negra, entre Pimentel y Malabrigo y frente al Callao, así como a 70 mn frente a Chimbote (Fig. 4b).

Vinciguerria lucetia “pez luminoso”

Los rangos de abundancia de *Vinciguerria* estuvieron entre 3 y 15.480 huevos.m⁻², con valor medio de 42 huevos.m⁻² y 55 % de frecuencia, mientras que las larvas variaron entre 3 y 54 larvas.m⁻², con mediana de 3 larvas.m⁻² y 21 % de frecuencia.

Los huevos se distribuyeron principalmente fuera de la zona costera. No obstante, se encontraron en algunas estaciones cerca a costa

Among the species observed, *Engraulis ringens* (Engraulidae) emerged as the most abundant and frequent, representing 68 % of eggs and 76 % of larvae. This dominance was followed by *Vinciguerria lucetia* (Phosichthyidae), constituting 30 % of eggs and 3 % of larvae (Fig. 3).

Engraulis ringens

The *E. ringens* eggs varying densities, ranging from 3 to 9,000 eggs.m⁻². The occurrence frequency for eggs was 36 %, with prevalent concentrations near the coast, occasionally extending up to 100 nm offshore. Noteworthy concentrations, surpassing 1,000 eggs.m⁻², were observed between Paita and Chimbote, Supe and Pisco, and Mollendo and Ilo (Fig. 4a). Larval densities varied from 3 to 1,602 larvae.m⁻², with a frequency of occurrence of 48 %; larval distribution exhibited a wider range, with abundant clusters observed below 100 larvae.m⁻². However, concentrations exceeding 500 larvae.m⁻² were noted near the coast north of Punta La Negra, between Pimentel and Malabrigo, off Callao, and at a distance of 70 nm from Chimbote (Fig. 4b).

Vinciguerria lucetia

The abundance of *V. lucetia* eggs displayed a wide-ranging distribution, spanning from 3 to 15,480 eggs.m⁻², with an average of 42 eggs.m⁻² and a frequency of occurrence at 55 %. Larval counts varied from 3 to 54 larvae.m⁻², with a median of 3 larvae.m⁻² and a frequency of 21 %.

Eggs were primarily located offshore but were also detected at some stations near the coast between Talara and Punta La Negra, as well as between Pisco and San Juan de Marcona. A notable concentration of eggs, surpassing 1,000 eggs.m⁻², were observed off Huacho and north of Paita, while a particularly dense aggregation was recorded, exceeding 10,000 eggs/m², at a distance of 60 nm off Talara (Fig. 5a). In contrast, larvae, characterized

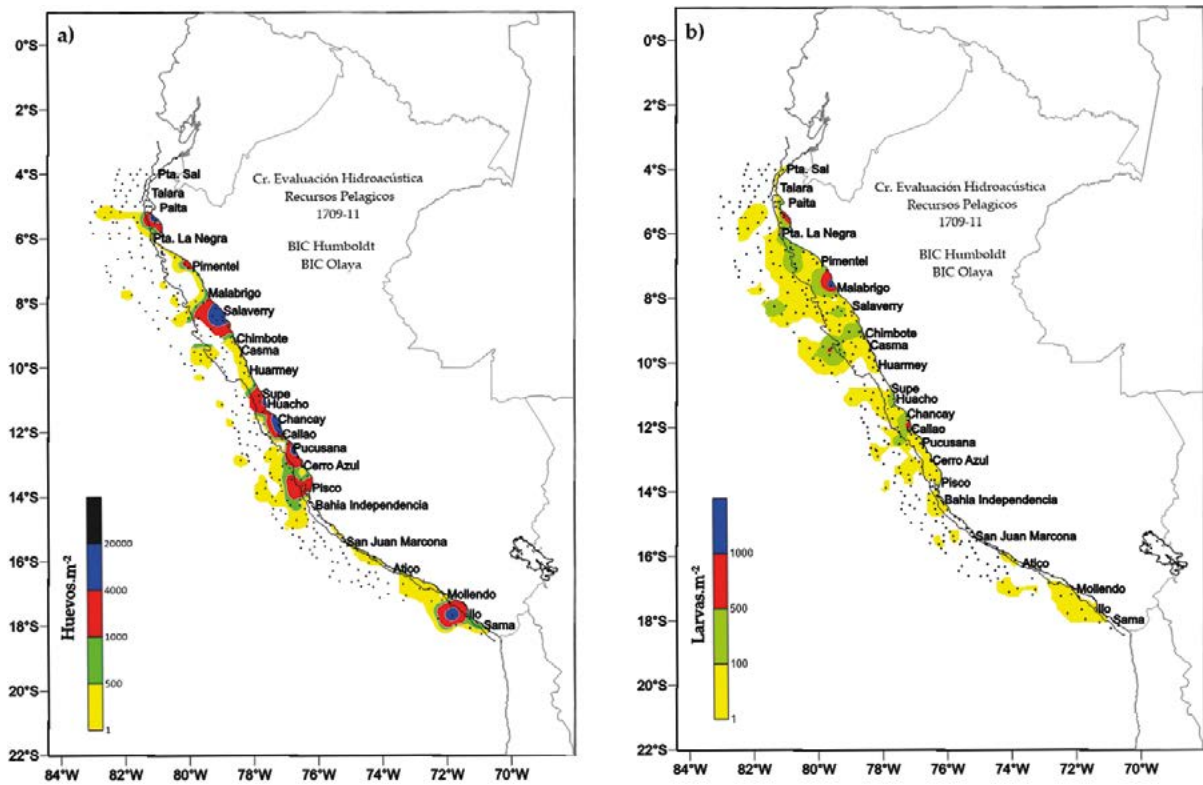


Figura 4.- Distribución de a) huevos, b) larvas de anchoveta. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 4. Distribution of *E. ringens* a) eggs, b) larvae. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

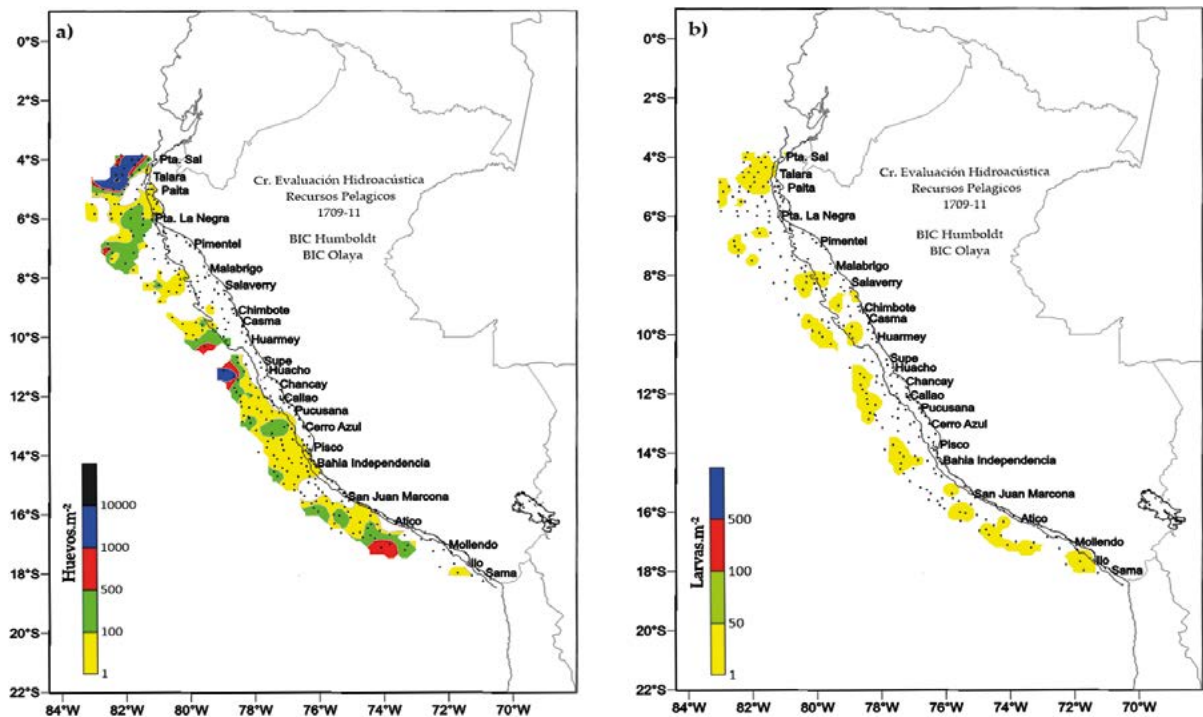


Figura 5.- Distribución de a) huevos, b) larvas de vinciguerria. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 5. Distribution of *V. lucetia* a) eggs, b) larvae. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

entre Talara y Punta La Negra y entre Pisco y San Juan de Marcona. Una importante concentración de huevos (> 1.000 huevos.m⁻²) fue localizada frente a Huacho y al norte de Paita, donde la densidad registrada fue > 10.000 huevos/m², a 60 mn de costa, frente a Talara (Fig. 5a). Por otro lado, las larvas, que presentaron concentraciones muy bajas (< 50 larvas.m⁻²), fueron registradas por fuera de la costa, distribuyéndose de manera dispersa; sin embargo, al norte de Talara, entre Malabrigo y Huarmey, y frente a Mollendo e Ilo, fueron encontradas cerca de la costa (Fig. 5b).

Myctophidae

Las larvas de esta familia fueron frecuentes (46 %), pero sus abundancias sólo representaron 1 % del total. Dentro de esta familia fueron identificadas 13 especies de larvas, principalmente con distribución oceánica.

Las larvas de *Diogenichthys laternatus* fueron más abundantes (3 – 174 larvas.m⁻²) y frecuentes (40 %), sin embargo, hubo mayor ocurrencia de concentraciones menores a 50

by remarkably low concentrations (< 50 larvae.m⁻²), were dispersed mainly offshore. Nonetheless, some instances were noted where they were observed close to the coast, particularly north of Talara, between Malabrigo and Huarmey, and off the shores of Mollendo and Ilo (Fig. 5b).

Myctophidae

Larvae from the family Myctophidae, while common (comprising 46 % of the family's representation), accounted for only 1 % of the overall sample abundance. This family encompassed 13 distinct larval species primarily with oceanic distribution.

Diogenichthys laternatus larvae were more abundant (3 – 174 larvae.m⁻²) and frequent (40 %). Nonetheless, there was a higher occurrence of concentrations below 50 larvae.m⁻², mainly distributed outside the continental shelf. They were located within the coastal zone between Punta Sal and Punta La Negra, and from Malabrigo to Casma (Fig. 6a).

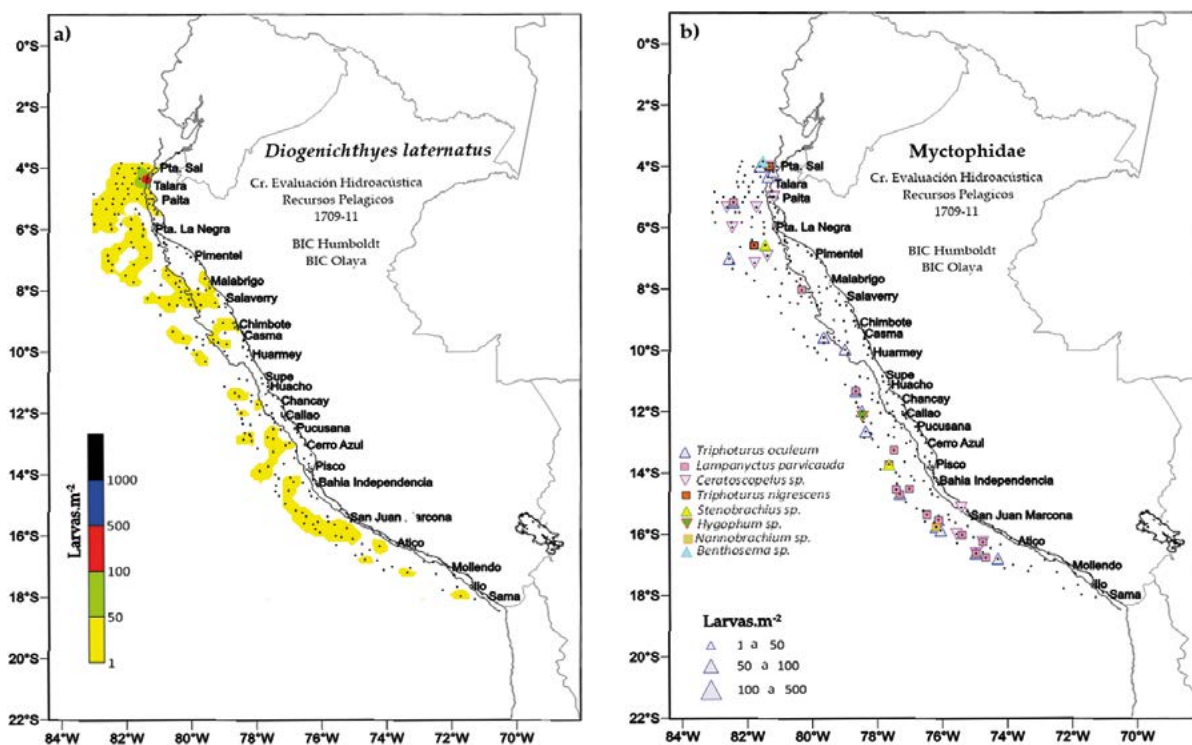


Figura 6.- Distribución de larvas de la familia Myctophidae. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 6. Distribution of Myctophidae larvae. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

larvas.m⁻², distribuidas mayormente fuera de la plataforma continental, aunque entre Punta Sal y Punta La Negra y de Malabrigo a Casma estuvieron localizadas dentro de la zona costera (Fig. 6a).

Otros mictófidios presentaron concentraciones bajas (Fig. 6b). *Triphoturus oculeum*, *Lampanyctus parvicauda* y *Ceratoscopelus* sp., presentaron abundancias que oscilaron entre 3-15 larvas.m⁻², 3-18 larvas.m⁻² y 3-9 larvas.m⁻² y con frecuencias de 6, 5 y 4 %, respectivamente. Además, *T. nigrescens* (6 larvas.m⁻²) fue localizado al norte de Pimentel, mientras que *Stenobranchius* sp. (6 larvas.m⁻²) fue reportado frente a Pimentel y Pisco. *Nannobranchium* sp., *Hygophum* sp. y *Benthoosema* sp., con abundancias de 3 larvas.m⁻², fueron registradas al frente de San Juan de Marcona, Callao y Punta Sal, respectivamente.

***Merluccius gayi peruanus* “merluza”**

Los huevos y larvas de la merluza se distribuyeron al norte de Pimentel, principalmente en la zona costera; sin embargo, se encontraron larvas a 30 mn frente a Paita y a 100 mn frente a Casma (Fig. 7a). Las abundancias, oscilaron de 9 a 1.410 huevos.m⁻², con mediana de 53 huevos.m⁻² y entre 3 y 66 larvas.m⁻², con mediana de 5 larvas.m⁻².

***Scomber japonicus* “caballa”**

Los huevos de esta especie (12 – 24 huevos.m⁻²) fueron localizados en la zona norte, dentro de 10 mn al norte de Pimentel y frente a Paita y hasta 60 mn de costa frente a Punta Sal, mientras que las larvas (3 – 21 larvas.m⁻²) fueron registradas por fuera de 10 mn frente a Punta Sal (Fig. 7b).

***Trachurus murphyi* “jurel”**

Las larvas de jurel presentaron densidades bajas (3 – 15 larvas.m⁻²), siendo encontradas por fuera de 50 mn, frente a Pisco y bahía Independencia (Fig. 7b).

Other Myctophids species showed relatively low concentrations (Fig. 6b). *Triphoturus oculeum*, *Lampanyctus parvicauda*, and *Ceratoscopelus* sp. exhibited abundances ranging from 3 to 15 larvae.m⁻², 3 to 18 larvae.m⁻², and 3 to 9 larvae.m⁻², respectively, with corresponding frequencies of 6 %, 5 %, and 4 %. Moreover, *T. nigrescens* (6 larvae.m⁻²) was observed north of Pimentel, while *Stenobranchius* sp. (6 larvae.m⁻²) was reported off Pimentel and Pisco. *Nannobranchium* sp., *Hygophum* sp., and *Benthoosema* sp. exhibited abundances of 3 larvae.m⁻² and were sighted off San Juan de Marcona, Callao, and Punta Sal, respectively.

Merluccius gayi peruanus

The *M. g. peruanus* eggs and larvae were predominantly found in the coastal region north of Pimentel. Nevertheless, larvae were also detected at distances of 30 nm off Paita and 100 nm off Casma (Fig. 7a). Abundance levels ranged from 9 to 1,410 eggs.m⁻², with a median of 53 eggs.m⁻², and from 3 to 66 larvae.m⁻², with a median of 5 larvae.m⁻².

Scomber japonicus

Eggs of this species, ranging from 12 to 24 eggs.m⁻², were predominantly observed in the northern region, specifically within 10 nm north of Pimentel and off the coast of Paita. Their presence extended up to 60 nm offshore from Punta Sal. In contrast, the larvae, with densities ranging from 3 to 21 larvae.m⁻², were located beyond 10 nm off Punta Sal (Fig. 7b).

Trachurus murphyi

The *T. murphyi* larvae exhibited low densities, varying from 3 to 15 larvae.m⁻². They were identified at distances beyond 50 nm off the coasts of Pisco and Independencia Bay (Fig. 7b).

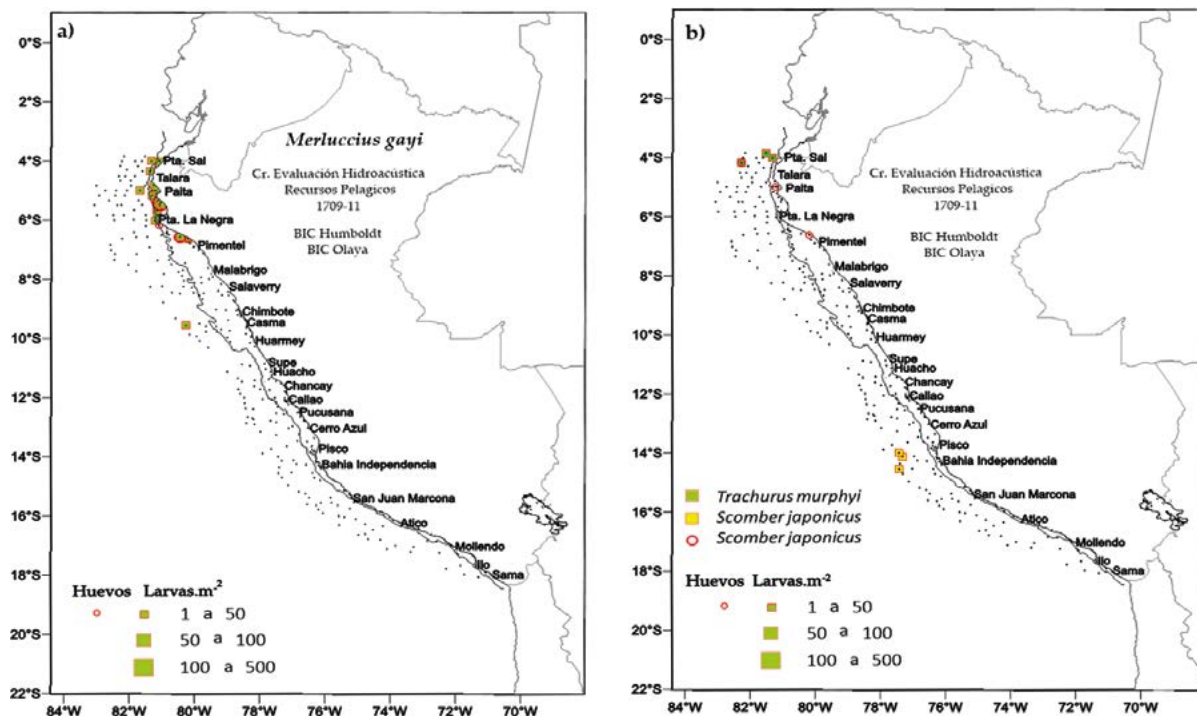


Figura 7.- Distribución de huevos y larvas de a) *Merluccius gayi peruanus*, b) *Trachurus murphyi* y *Scomber japonicus*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 7. Distribution of eggs and larvae of a) *Merluccius gayi peruanus*, b) *Trachurus murphyi*, and *Scomber japonicus*. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

Sciaenidae

Las larvas de esta familia fueron registradas al norte de Pimentel, con rangos de abundancias entre 3 y 24 larvas.m⁻². La especie identificada para esta familia, *Larimus* sp. fue localizada al norte de Talara (3 larvas.m⁻²) y frente a Punta Sal (6 larvas.m⁻²) (Fig. 8a).

Scomberesox saurus

Los huevos y larvas de esta especie se distribuyeron por fuera de la plataforma continental (Fig. 8b). Los huevos (3 – 9 huevos.m⁻²) fueron registrados desde Punta Sal hasta bahía Independencia, mientras que las larvas (3 larvas.m⁻²) frente a Callao (Fig. 8a).

Gobiidae

Las larvas de esta familia (3 – 9 larvas.m⁻²) fueron reportadas al norte de Punta La Negra, y en la zona costera entre Casma y Huarney (Fig. 8a).

Bathylagidae

Dentro de esta familia se determinó 4 especies, larvas y huevos se distribuyeron mayor-

Sciaenidae

The larvae of this family were notably observed north of Pimentel, with abundance ranging from 3 to 24 larvae.m⁻². The identified species within this family, *Larimus* sp., was located north of Talara (3 larvae.m⁻²) and off Punta Sal (6 larvae.m⁻²) (Fig. 8a).

Scomberesox saurus

The eggs and larvae of this species were found beyond the continental shelf (Fig. 8b). Eggs, ranging from 3 to 9 eggs.m⁻², were documented from Punta Sal to Independencia Bay, while larvae (3 larvae.m⁻²) were sighted off Callao (Fig. 8a).

Gobiidae

Larvae belonging to this family (3 – 9 larvae.m⁻²) were observed north of Punta La Negra and in the coastal region between Casma and Huarney (Fig. 8a).

Bathylagidae

Within this family, four distinct species were identified, and their larvae and eggs were pri-

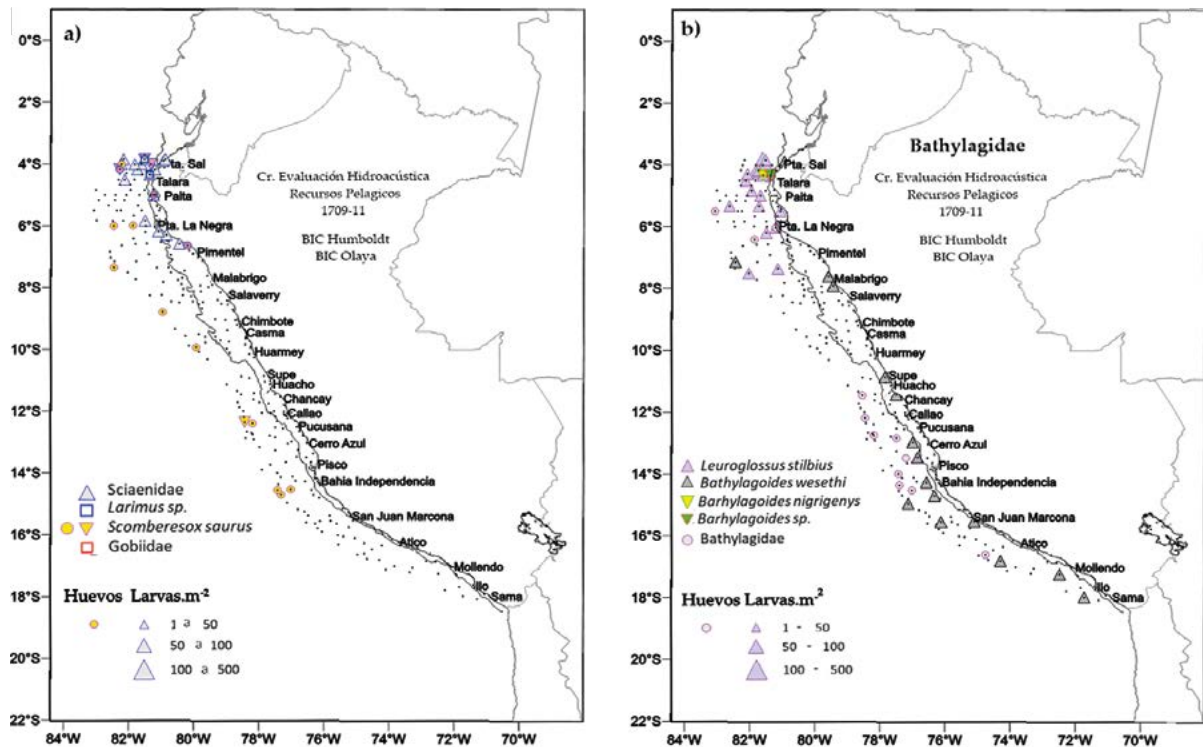


Figura 8.- Distribución de huevos y larvas de a) Sciaenidae, *Larimus* sp., *Scomberesox saurus* y Gobiidae, b) Bathylagidae. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 8. Distribution of eggs and larvae of a) Sciaenidae, *Larimus* sp., *Scomberesox saurus*, and Gobiidae, b) Bathylagidae. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

mente fuera de la zona costera, larvas de *Leuroglossus stilbius* (3 – 111 larvas.m⁻²) fueron más abundantes, encontradas desde Punta Sal hasta Malabrigo. Larvas de *Bathylagoides wesethi* (3 – 33 larvas.m⁻²) fueron localizadas en la zona costera frente a Malabrigo, Supe y Chancay, y por fuera frente a Pimentel y entre Pucusana y Morro Sama, mientras que larvas de *B. nigrigenys* (3 larvas.m⁻²) y *Bathylagoides* sp. (3 larvas.m⁻²) se encontraron frente a Talara. Huevos de esta familia (3 – 24 m³) se registraron frente a Paita, Punta La Negra, y entre Supe y Atico (Fig. 8b).

Otras especies

Las larvas de *Ophioblennius* sp. (3 larvas.m⁻²) se encontraron por fuera de la plataforma continental, en la zona sur entre Pucusana y Atico, mientras que las de *Normanichthys crockeri* (3 – 6 larvas.m⁻²) fueron localizadas entre bahía Independencia y San Juan de Marcona, y frente a Mollendo, cerca a la zona costera. Por otro lado, larvas de *Psenes*

marily distributed outside the coastal zone. *Leuroglossus stilbius* larvae (3 – 111 larvae.m⁻²) were particularly abundant, spanning from Punta Sal to Malabrigo. *Bathylagoides wesethi* larvae (3 – 33 larvae.m⁻²) were found in the coastal areas off Malabrigo, Supe, and Chancay, as well as further offshore near Pimentel and between Pucusana and Morro Sama. Also, larvae of *B. nigrigenys* (3 larvae.m⁻²) and *Bathylagoides* sp. (3 larvae.m⁻²) were sighted off Talara. Eggs of this family (3 – 24 m³) were observed off Paita, Punta La Negra, and between Supe and Atico (Fig. 8b).

Other species

Ophioblennius sp. larvae, numbering 3 larvae.m⁻², were discovered beyond the continental shelf, specifically in the southern region between Pucusana and Atico. Meanwhile, those of *Normanichthys crockeri* (3 – 6 larvae.m⁻²) were spotted between Independencia Bay and San Juan de Marcona, and near Mollendo, in the nearshore area. Additionally, larvae of *Psenes* (3 larvae.m⁻²), *Lepophidium negropinna* (3 larvae.m⁻²), *Hipoglossina* sp. (6 larvae.m⁻²), and

sio (3 larvas.m⁻²), *Lepophidium negropinna* (3 larvas.m⁻²), *Hipoglossina* sp. (6 larvas.m⁻²) y *Citharichthys* sp. (3 larvas.m⁻²) se registraron entre Punta Sal y Punta La Negra, mientras que las larvas de *Lepophidium* sp. (3 – 6 larvas.m⁻²) frente a Callao, Pucusana y Talara (Fig. 9).

Estructura de tallas de “anchoveta”

Para el estudio de estructura de tallas, se midieron 3.743 larvas de anchoveta, cuyas longitudes comprendieron de 1,5 a 23,3 mm, con mediana de 4,8 mm. Las larvas entre 2,6 y 3,0 mm (27 %) y 3,1 y 3,5 mm (23 %) fueron más abundantes, mientras que larvas con tallas mayores a 10,0 mm fueron menos abundantes (5 %).

En términos generales, se observó mayor número (61 %) de larvas con tallas pequeñas (<

Citharichthys sp. (3 larvas.m⁻²) were observed between Punta Sal and Punta La Negra, whereas those of *Lepophidium* sp. (3 – 6 larvas.m⁻²) were found off Callao, Pucusana, and Talara (Fig. 9).

***E. ringens* size structure**

In the size structure analysis, a comprehensive examination of 3,743 *Engraulis ringens* larvae was conducted, spanning lengths from 1.5 to 23.3 mm, with a median of 4.8 mm. Larvae measuring between 2.6 and 3.0 mm (27%) and 3.1 and 3.5 mm (23%) emerged as the most prevalent categories, while larger larvae exceeding 10.0 mm were comparatively scarce, constituting only 5% of the total.

Across all examined regions, 61% of the larvae fell into the smaller size category (<4.0 mm). Geographically, an extensive array of larval sizes was observed between 3°30’S and 10°30’S (Fig. 10). Notably, within this range, a

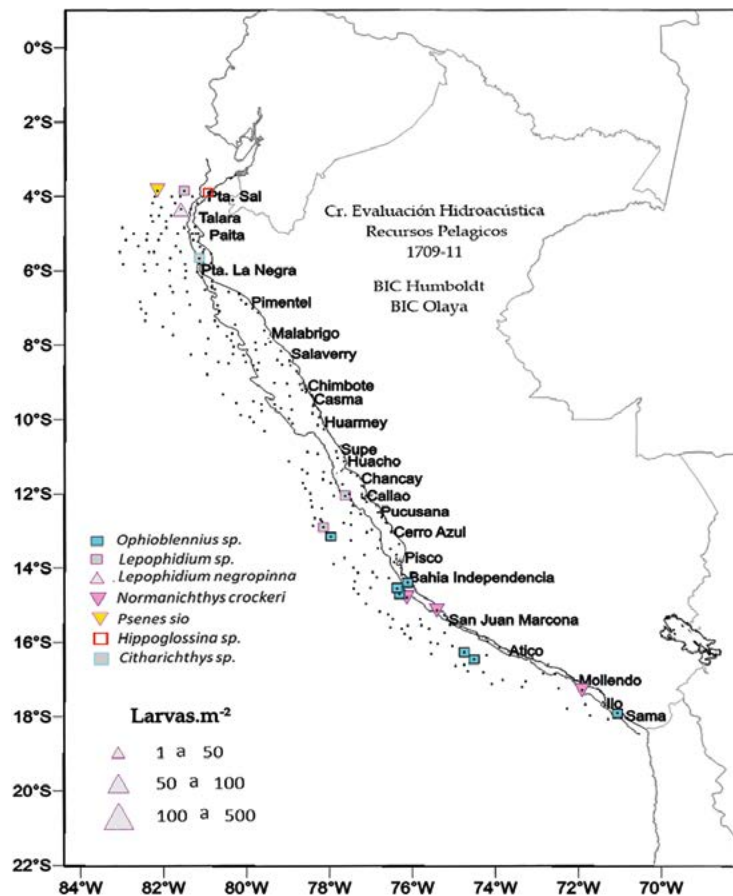


Figura 9.- Distribución de huevos y larvas de otras especies importantes. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 9. Distribution of eggs and larvae of other important species. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

4,0 mm) en todas las áreas evaluadas. Latitudinalmente, entre 3°30'S y 10°30'S fue encontrado un número mayor de rangos de tallas (Fig. 10), así como mayor concentración de larvas (1 – 700 larvas/muestra).

Con relación a la distancia de la costa, dentro y fuera de la plataforma, los rangos de tallas fueron similares en número y distribución, registrándose mayor abundancia de larvas en la plataforma continental (1 – 881 larvas/muestra) (Fig. 11).

Eufáusidos

La abundancia osciló entre 3 y 4.527 ind.m⁻², con valor medio 69 ind.m⁻². Fueron identificadas 15 especies, destacando *Euphausia mucronata* con 57 %, seguida de *E. distinguenda* (16 %) y *Nyctiphanes simplex* (8 %) (Tabla 3, Anexo).

higher concentration of larvae, ranging from 1 to 700 larvae per sample, was recorded.

Regarding proximity to the coast, both within and beyond the continental shelf, the distribution and number of size ranges remained relatively consistent. However, a noteworthy observation was made: larvae appeared to be more abundant within the continental shelf, with counts ranging from 1 to 881 larvae per sample (Fig. 11).

Euphausiids

The abundance of euphausiids displayed a wide range, spanning from 3 to 4,527 ind.m⁻², with an average of 69 ind.m⁻². A total of 15 species were identified, among which *Euphausia mucronata* emerged as the most prevalent species, constituting 57% of the total, followed by *E. distinguenda* (16%), and *Nyctiphanes simplex* (8%) (Table 3, Annex).

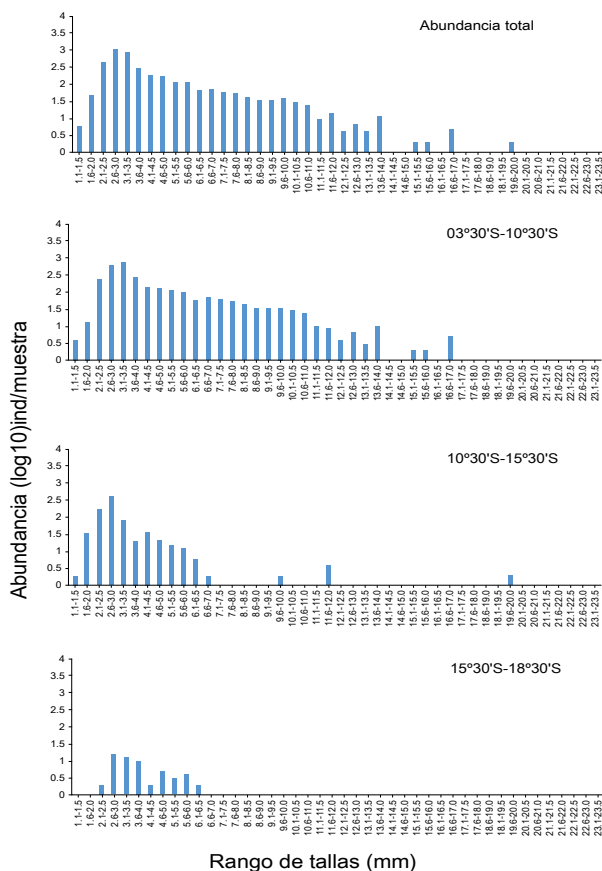


Figura 10.- Rango de tallas de anchoveta por área latitudinal y longitudinal. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 10. *E. ringens* size range by latitudinal and longitudinal area. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

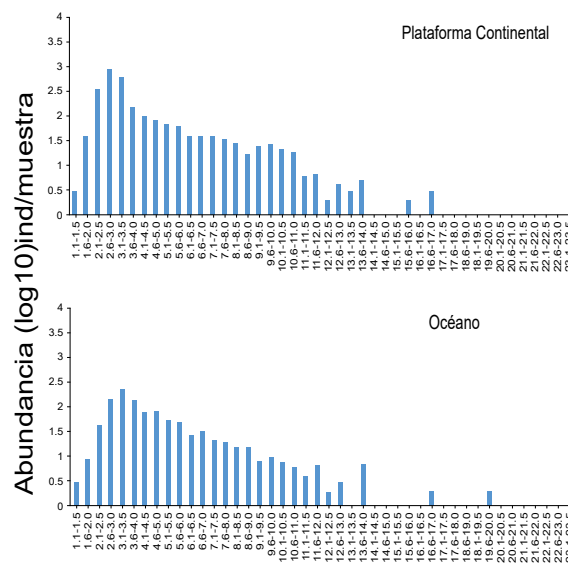


Figura 11.- Rango de tallas de anchoveta por área latitudinal y longitudinal. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 11. *E. ringens* size range by latitudinal and longitudinal area. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

E. mucronata presentó densidades que oscilaron entre 3 y 4.440 ind.m⁻², exhibiendo mayor concentración de individuos al norte de Chimbote, siendo los juveniles el estadio más abundante (Figs. 12, 15). *E. distinguenda*, tuvo distribución similar a *E. mucronata*, pero con abundancias menores (3 - 900 ind.m⁻²). *E. lamelligera*, con densidades entre 3 y 159 ind.m⁻², estuvo distribuida principalmente fuera de la plataforma continental y al norte de Cerro Azul, presentando mayor número de juveniles (53 %). *E. eximia* (3-144 ind.m⁻²) estuvo ausente al norte de Paita, presentando mayor número de adultos, mientras que *E. tenera* (3-45 ind.m⁻²) fue más frecuente al sur de Punta La Negra, siendo los juveniles más abundantes; estas dos últimas especies se encontraron principalmente por fuera de la plataforma continental.

Stylocheiron sp. fue más abundante, variando entre 3 y 246 ind.m⁻², con mayor abundancia de juveniles, por fuera de la plataforma continental, al norte de Supe, mientras que *S. affine* (3-69 ind.m⁻²) mayormente adultos, estuvo distribuida al norte de Huarney y de Callao a

E. mucronata exhibited densities ranging from 3 to 4,440 ind.m⁻², with the highest concentration observed north of Chimbote, primarily in the juvenile stage (Figs. 12, 15). Similar to *E. mucronata*, *E. distinguenda* had a comparable distribution but with slightly lower abundances, ranging from 3 to 900 ind.m⁻². *E. lamelligera*, with densities between 3 and 159 ind.m⁻², was primarily found beyond the continental shelf and north of Cerro Azul, with a higher proportion of juveniles (53 %). *E. eximia* (3-144 ind.m⁻²) was absent north of Paita, with a higher proportion of adults, whereas *E. tenera* (3-45 ind.m⁻²) was more frequently found south of Punta La Negra. Juveniles were notably more abundant. It is worth noting that *E. eximia* and *E. tenera* were predominantly located outside the continental shelf.

Within the studied marine environment, *Stylocheiron* sp. exhibited significantly higher abundance levels, ranging from 3 to 246 ind.m⁻². The species was mainly composed of juveniles and was predominantly found beyond the continental shelf, notably north of Supe. Conversely, *S. affine* (3-69 ind.m⁻²) consisted mainly of adults. This species was observed in regions north of Huarney and from Callao to Atico (Figs. 13, 16).

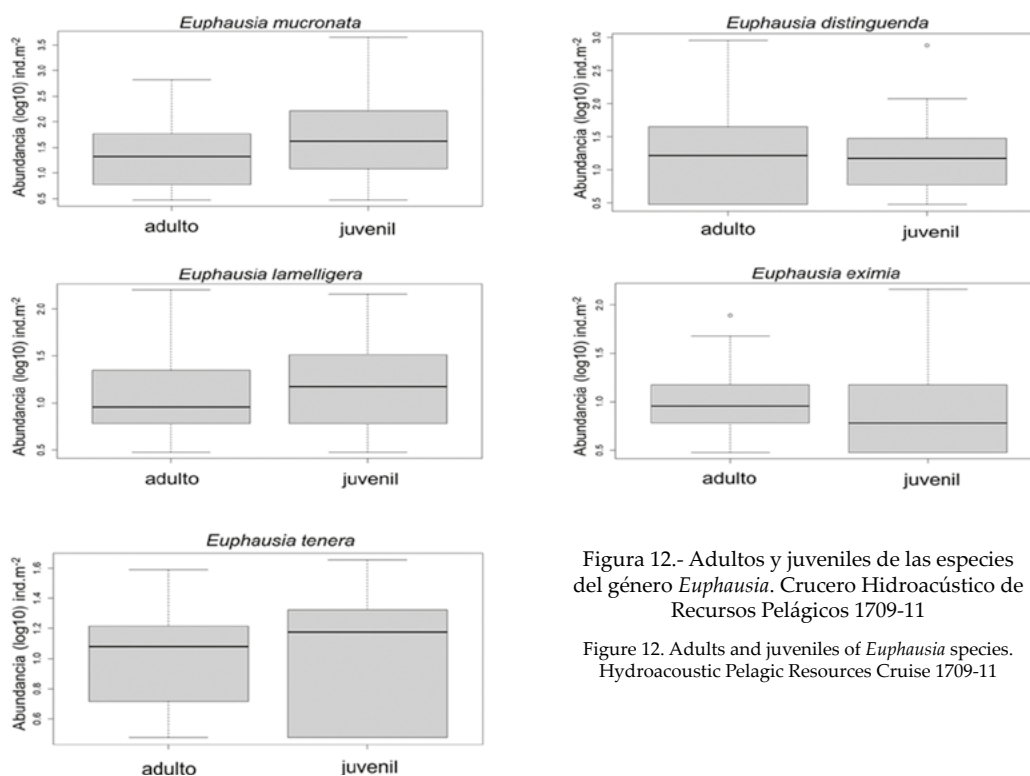


Figura 12.- Adultos y juveniles de las especies del género *Euphausia*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 12. Adults and juveniles of *Euphausia* species. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

Atico (Figs. 13, 16). *S. suhmi* (3-78 ind.m⁻²) y *S. elongatum* (3-27 ind.m⁻²), con mayor número de adultos, fueron encontradas al norte del Callao, mientras que *S. carinatum*, con densidades bajas (3 ind.m⁻²) fue registrada frente a Chimbote.

Nyctiphanes simplex (3-192 ind.m⁻²), localizada al norte de Chimbote, con abundantes juveniles. *Nematoscelis* sp. (3-48 ind.m⁻²) y *Nematobranchion flexipes* (3-42 ind.m⁻²) se distribuyeron entre Punta Sal y Pisco, fuera de la plataforma continental (Figs. 14, 17).

Additionally, *S. suhmi* (3-78 ind.m⁻²) and *S. elongatum* (3-27 ind.m⁻²), both primarily adults, were situated north of Callao. *S. carinatum*, characterized by lower densities (3 ind.m⁻²), was recorded off the coast of Chimbote.

Nyctiphanes simplex (3-192 ind.m⁻²), primarily located north of Chimbote, exhibited abundant juveniles. *Nematoscelis* sp. (3-48 ind.m⁻²) and *Nematobranchion flexipes* (3-42 ind.m⁻²) were found between Punta Sal and Pisco, beyond the continental shelf (Figs. 14, 17).

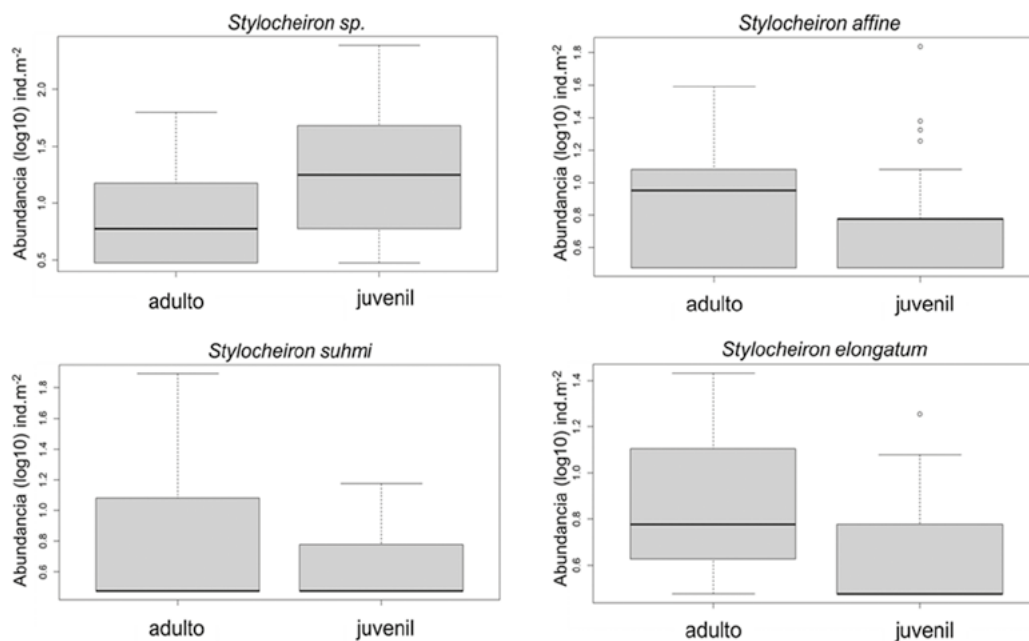


Figura 13.- Adultos y juveniles de las especies del género *Stylocheiron*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 13. Adults and juveniles of *Stylocheiron* species. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

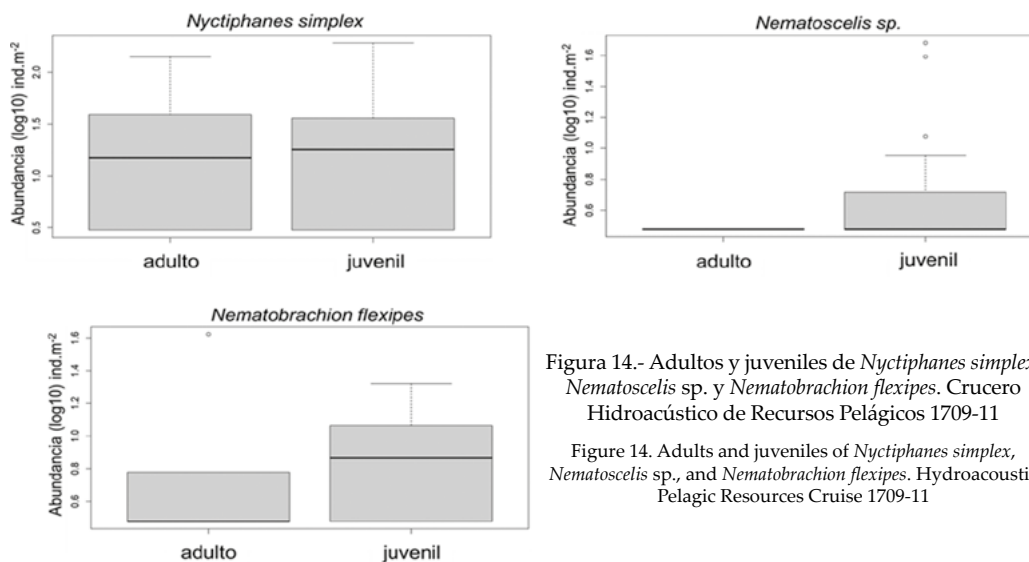


Figura 14.- Adultos y juveniles de *Nyctiphanes simplex*, *Nematoscelis* sp. y *Nematobranchion flexipes*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 14. Adults and juveniles of *Nyctiphanes simplex*, *Nematoscelis* sp., and *Nematobranchion flexipes*. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

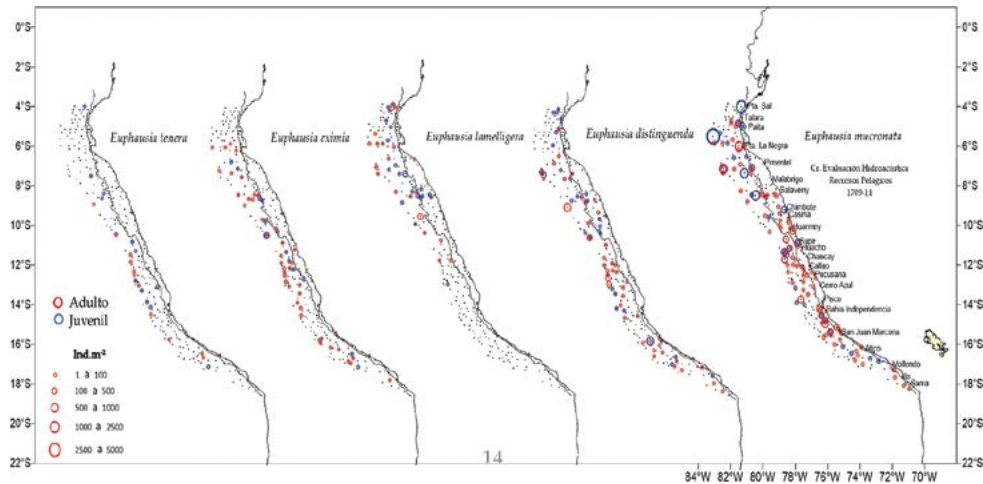


Figura 15.- Distribución y abundancia (ind.m²) de adultos y juveniles de especies de *Euphausia*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 15. Distribution and abundance (ind.m²) of adults and juveniles of *Euphausia* species. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

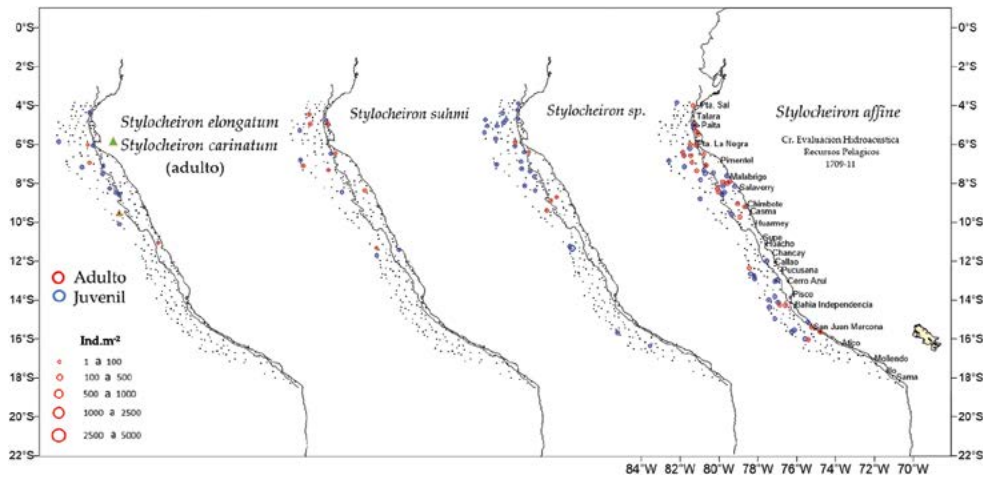


Figura 16.- Distribución y abundancia (ind.m²) de adultos y juveniles de especies de *Stylocheiron*, Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 16. Distribution and abundance (ind.m²) of adults and juveniles of *Stylocheiron* species, Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

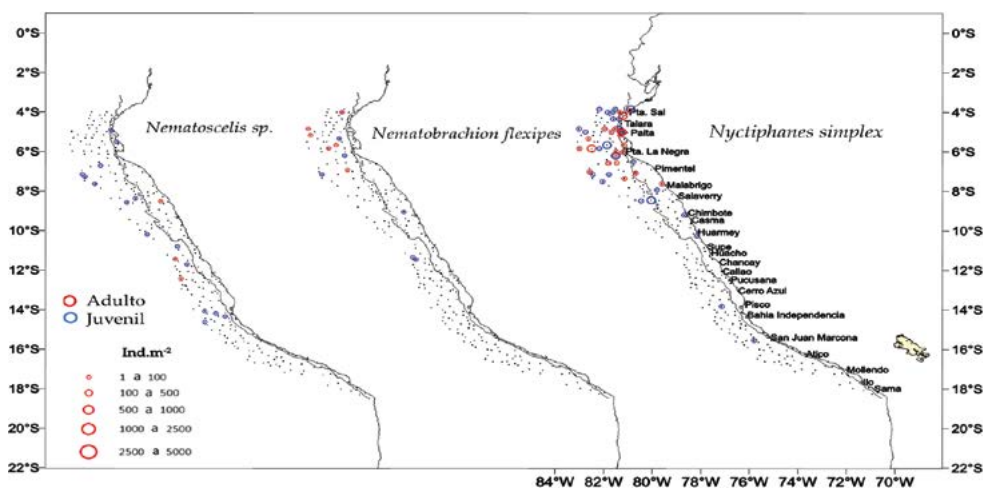


Figura 17.- Distribución y abundancia (ind.m²) de adultos y juveniles de especies de *Nyctiphanes*, *Nematoscelis* y *Nematobrachion*. Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos 1709-11

Figure 17. Distribution and abundance (ind.m²) of adults and juveniles of *Nyctiphanes*, *Nematoscelis*, add *Nematobrachion*. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

4. DISCUSIÓN

Las condiciones oceanográficas del mar peruano durante el crucero de evaluación de recursos pelágicos en la primavera 2017, mostraron, debido a los vientos alisos más intensos y la presencia de ondas Kelvin frías, predominio de anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) en casi toda el área de muestreo, donde las anomalías entre $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ alcanzaron mayor cobertura (ENFEN, 2017). Las salinidades variaron entre 33.773 y 35.363, detectándose Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al norte de Talara. Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) fueron encontradas por fuera de 60 mn frente a Punta La Negra y entre Huarmey y bahía Independencia, mientras que, entre Pacasmayo y Chimbote, se desplazaron a 40 mn de la costa. Las aguas costeras frías (acf) se distribuyeron desde Talara hasta Morro Sama, con mayor amplitud hasta 80 mn frente a Paita y Pimentel, y a 70 mn y 30 mn de costa al sur de bahía Independencia (Fig. 1) (QUESQUÉN & AYÓN, 2023).

Estas condiciones frías permitieron la expansión del área de distribución de la anchoveta, que se encontró en casi toda el área evaluada, registrándose de manera continua entre Paita y Chimbote, Huacho y San Juan de Marcona y de Mollendo a Morro Sama; discontinua se encontró entre Casma y Punta Bermejo y de San Juan a Mollendo (QUESQUÉN & AYÓN, 2023). De otro lado, la distribución de adultos estuvo localizada en determinadas áreas, como frente a Paita, Chicama, Callao, Pisco y Mollendo, con densidades importantes frente a Paita y entre Pimentel y Chimbote, ambos por fuera de 40 mn de la costa, asociado con presencia de sus larvas; y otro grupo costero de Casma a Pisco y entre Atico e Ilo, asociado principalmente con densidades importantes de sus huevos, lo que estaría indicando dos subpoblaciones con condiciones diferentes en la actividad reproductiva.

4. DISCUSSION

During the spring of 2017, the Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise in the Peruvian Sea unveiled distinctive oceanographic conditions. Notably, negative anomalies in sea surface temperature (SST) prevailed across the sampling area. These anomalies were a result of intensified trade winds and the influence of cold Kelvin waves, leading to widespread temperature reductions ranging from -0.5°C to -1.5°C , as reported by ENFEN, 2017. Salinity values exhibited fluctuations between 33.773 and 35.363. Equatorial Surface Waters (ESW) were identified north of Talara, while Surface Subtropical Waters (SSW) extended beyond 60 nm off Punta La Negra and between Huarmey and Independencia Bay. Between Pacasmayo and Chimbote, SSW stretched out to 40 nm offshore. Cold coastal waters (ccw) dominated the region from Talara to Morro Sama, extending up to 80 nm off Paita and Pimentel, and 70 nm and 30 nm off the coast south of Independencia Bay (Fig. 1) (QUESQUÉN & AYÓN, 2023).

These cold conditions facilitated the extensive distribution of *E. ringens*, observed throughout the assessed area. Continuous presence was noted between Paita and Chimbote, Huacho and San Juan de Marcona, and from Mollendo to Morro Sama. Discontinuous presence was observed between Casma and Punta Bermejo and from San Juan to Mollendo (QUESQUÉN & AYÓN, 2023). Conversely, the distribution of adults was localized, especially off Paita, Chicama, Callao, Pisco, and Mollendo, with significant densities recorded beyond 40 nm offshore, associated with *E. ringens* larvae. Another coastal group ranged from Casma to Pisco and between Atico and Ilo, linked mainly to significant densities of *Engraulis ringens* eggs, suggesting the presence of two subpopulations with distinct reproductive activity conditions.

La presencia de aguas cálidas por fuera de la costa, permitió amplia distribución de huevos y larvas de vinciguerría, especie asociada a la zona oceánica. Sin embargo, se detectó superposición con huevos y larvas de anchoveta, que estaría indicando procesos de mezcla, en la zona desde Talara hasta bahía Independencia, principalmente por fuera de la plataforma continental.

Los huevos y larvas de merluza, se encontraron en concentraciones importantes, mayormente en la zona norte donde hubo aguas cálidas y aguas costeras frías. La presencia de estos estadios se corresponde con la actividad reproductiva que se da en invierno y primavera (SANDOVAL DE CASTILLO, 1979), que para esa evaluación fue mayor en agosto, adelantándose el periodo de desove en relación con lo observado el 2015 y 2016 que fue en setiembre (IMARPE, 2018).

En cuanto a los eufáusidos, *Euphausia mucronata*, especie endémica de la Corriente de Perú, fue la más importante por sus niveles de abundancia y distribución, asociada principalmente al borde de la plataforma continental y que en esta oportunidad se vio favorecida por las condiciones frías registradas durante la evaluación, encontrándose incluso más allá de dicho borde a 100 mn de la costa y probablemente también ampliando su distribución vertical (BRINTON, 1967; LINACRE & PALMA, 2004).

Los biovolúmenes más frecuentes fueron menores a $0,5 \text{ mL.m}^{-3}$. Esto podría ser atribuido al fuerte impacto depredador ejercido por la anchoveta encontrado en esta evaluación, ya que esta especie se alimenta principalmente de zooplancton (ESPINOZA & BERTRAND, 2008) y que concuerda además con lo reportado por AYÓN, SWARTZMAN, BERTRAND, GUTIÉRREZ & BERTRAND (2008), quienes indican que, a una escala local, los biovolúmenes reducidos de zooplancton, se deben al efecto de altas densidades de anchoveta.

The presence of warm waters offshore enabled the widespread distribution of *V. lucetia* eggs and larvae, typically associated with oceanic zones. Interestingly, an overlap with *E. ringens* eggs and larvae indicated mixing processes in the area from Talara to Independencia Bay, primarily beyond the continental shelf.

Noteworthy concentrations of *M. gayi peruanus* eggs and larvae were found, predominantly in the northern area where warm and cold coastal waters met. This coincided with the reproductive activity of this species, occurring primarily in winter and spring (SANDOVAL DE CASTILLO, 1979). For this assessment, the spawning period was earlier, in August, compared to the observations in 2015 and 2016, when it occurred in September (IMARPE, 2018).

In the realm of euphausiids, *Euphausia mucronata*, an endemic species of the Peru Current, held prominence due to its abundance and distribution levels. It was primarily associated with the continental shelf's edge and benefited from the cold conditions observed during the assessment, even found up to 100 nm offshore, potentially expanding its vertical distribution (BRINTON, 1967; LINACRE & PALMA, 2004).

A prominent feature was the prevalence of biovolumes less than 0.5 mL.m^{-3} , likely attributed to significant predation by *Engraulis ringens*, a species found abundantly during this assessment. This species primarily feeds on zooplankton (ESPINOZA & BERTRAND, 2008), aligning with the conclusions of AYÓN, SWARTZMAN, BERTRAND, GUTIÉRREZ & BERTRAND (2008), indicating that reduced zooplankton biovolumes stem from high *E. ringens* densities at a local scale.

5. CONCLUSIONES

Los huevos de anchoveta estuvieron distribuidos principalmente en la zona costera dentro de las 20 mn, mientras que las larvas se presentaron con mayor distribución, que alcanzó más allá de las 100 mn de la costa.

Se determinó amplia distribución de huevos y larvas de vinciguerra asociada a la presencia de aguas cálidas y fuertes procesos de mezcla.

Euphausia mucronata fue el eufáusido más abundante y frecuente durante el período evaluado.

Los biovolúmenes de zooplancton fueron bajos, posiblemente debido a la fuerte depredación de la anchoveta distribuida en toda el área evaluada.

Agradecimientos

Se expresa agradecimiento a todo el personal científico y dotación que participó en la recolecta de las muestras, así como al personal del Laboratorio de Zooplancton de Producción Secundaria por el apoyo en el análisis de las muestras y digitación de datos. Un agradecimiento especial al Dr. Dimitri Gutiérrez por sus acertados comentarios, sugerencias y críticas al manuscrito.

5. CONCLUSIONS

During the assessment, *Engraulis ringens* eggs were primarily concentrated within the coastal zone, spanning a distance of up to 20 nm, while the larvae exhibited a broader range, extending beyond 100 nm offshore.

The study noted a widespread distribution of *V. lucetia* eggs and larvae, attributed to the presence of warm waters and vigorous mixing processes in the region.

Euphausia mucronata stood out as the most abundant and frequent euphausiid species observed throughout the evaluation period.

Additionally, the analysis indicated consistently low zooplankton biovolumes, likely a result of the substantial predation pressure exerted by *E. ringens* across the entire surveyed area.

Acknowledgments

Special thanks go to all the dedicated scientific staff and crew members who contributed to the sample collection, as well as the team at the Zooplankton and Secondary Production Laboratory for their invaluable support in sample analysis and data digitization. We are especially grateful to Dr. Dimitri Gutiérrez for his thoughtful comments, suggestions, and constructive critiques of the manuscript.

6. REFERENCIAS

- AYÓN, P., SWARTZMAN, G., BERTRAND, A., GUTIÉRREZ, M. & BERTRAND, S. (2008). Zooplankton and forage fish species off Peru: Large-scale bottom-up forcing and local-scale depletion. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.023>
- BOLTOVSKOY, D. (Ed.). (1999). *South Atlantic zooplankton*. Vol. 1- 2, 1-1706. Backhuys Publishers, Leiden.
- BRINTON, E. (1962). The distribution of Pacific Euphausiids. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California*. 8(2):51-270. <https://escholarship.org/uc/item/6db5n157>
- EINARSSON, H. & ROJAS DE MENDIOLA, B. (1963). Descripción de huevos y larvas de anchoveta (*Engraulis ringens* J.). *Bol. Ins. Recurs. Mar., Callao*, 1(1),1-23. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/64>
- ENFEN. (2017). Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, Diciembre 2017. Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). 2017. Informe Técnico Enfen. Año 3, N° 12, diciembre de 2017, 54 p. <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/informe-tecnico/12-2017.pdf>
- ESPINOZA, P. & BERTRAND, A. (2008). Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current System. *Progress in Oceanography*, 79(2-4), 215-227. DOI: 10.1016/j.pocean.2008.10.022
- IMARPE. (2018). Anuario Científico Tecnológico IMARPE. 17, 149 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3377>
- 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: 38 pp. <https://spo.nmfs.noaa.gov/sites/default/files/legacy-pdfs/CIRC370.pdf>
- LINACRE, L. & PALMA, S. 2004. Variabilidad espacio-temporal de los eufáusidos frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 32(1), 19-32. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71782004000100003>
- MOSER, H. (1996). The early stages of fishes in the California Current Region. *California Cooperative Ocean Fisheries Investigations*, 73(3), Atlas Nro. 33, 1505.
- ROJAS DE MENDIOLA, B. & GÓMEZ, O. (1981). Daily otolith rings in otoliths of larval anchovy (*Engraulis ringens*). *Rapports et Process verbaux des Reunions. Cons. Int. Explor. Mer.*, 178, 565-566.
- QUESQUÉN, R. & AYÓN, P. (2023). Biovolúmenes de zooplancton, eufáusidos e ictioplancton. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1809-11, Punta Mero (Tumbes) – Morro Sama (Tacna). *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 249-265.
- SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1979). Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. *Inf Inst Mar Perú*, 63, 61. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/288>
- SANTANDER, H. & SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1973). Estudio sobre la primera etapa de vida de la anchoveta. *Inf Inst Mar Perú*, 41, 30. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/269>
- VAN GUELPEN, L., MARKLE, D. F. & DUGGAN, D. J. (1982). An evaluation of accuracy, precision and speed of several zooplankton-subsampling techniques. *Journal du Conseil International pour L'exploration de la Mer*, 40, 226-236. <https://doi.org/10.1093/icesjms/40.3.226>

ANEXOS / ANNEXES

Tabla 2.- Composición, frecuencias y abundancias de las especies de Ictioplancton por estadio. Crucero de evaluación de Recursos Pelágicos 1709-11

Table 2. Composition, frequencies, and abundances of Ichthyoplankton species by stage. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

ORDEN	INFRAORDEN/ FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ESTADIO	Abundancia total/m ²	Abundancia mínima/m ²	Abundancia máxima/m ²	Abundancia relativa (%)	Frecuencia (%)
Anguilliformes	No determinado	No determinado	No determinado	huevo	12	3	6	0.0	1.1
Argentiniformes	Bathylagidae	Bathylagoides	<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
			<i>Bathylagoides sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
			<i>Bathylagoides wesethi</i>	larva	93	3	33	0.1	5.7
		Leuroglossus	<i>Leuroglossus stilbius</i>	juvenil	9	3	3	0.0	1.1
				larva	240	3	111	0.1	6.1
		No determinado	No determinado	huevo	66	3	24	0.0	4.3
Atheriniformes	Atherinopsidae	Odontesthes	<i>Odontesthes regia regia</i>	juvenil	3	3	3	0.0	0.4
Aulopiformes	Paralepididae	Lestidiops	<i>Lestidiops pacificum</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
			<i>Lestidiops sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Scopelarchidae	Scopelarchoides	<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	huevo	3	3	3	0.0	0.4
				larva	6	3	3	0.0	0.7
	Synodontidae	No determinado	No determinado	huevo	9	3	6	0.0	0.7
				larva	3	3	3	0.0	0.4
Beloniformes	Hemiramphidae	No determinado	No determinado	larva	6	6	6	0.0	0.4
	Scomberesocidae	Scomberesox	<i>Scomberesox saurus</i>	huevo	48	3	9	0.0	3.6
				juvenil	6	3	3	0.0	0.7
				larva	3	3	3	0.0	0.4
Beryciformes	Melamphidae	Melamphaes	<i>Melamphaes sp.</i>	larva	6	3	3	0.0	0.7
Blenniiformes	Blenniidae	Ophioblennius	<i>Ophioblennius sp.</i>	larva	21	3	3	0.0	2.5
	Labrisomidae	No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
Carangiformes	Carangidae	No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
		Oligoplites	<i>Oligoplites sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
		Trachurus	<i>Trachurus murphyi</i>	larva	30	3	15	0.0	1.1
Clupeiformes	Clupeidae	No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Engraulidae	Anchoa	<i>Anchoa nasus</i>	huevo	3	3	3	0.0	0.4
				larva	3	3	3	0.0	0.4
		Engraulis	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	108474	3	9000	61.3	36.1
				larva	11736	3	1602	6.6	47.9
		No determinado	No determinado	huevo	1452	144	1308	0.8	0.7
				larva	507	3	222	0.3	2.5
	No determinado	No determinado	No determinado	huevo	3	3	3	0.0	0.4
				larva	27	3	12	0.0	1.4
				larva r.e	15	6	9	0.0	0.7
Eupercaria incertae sedis	Haemulidae	No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Labridae	No determinado	No determinado	larva	6	6	6	0.0	0.4
	Sciaenidae	Larimus	<i>Larimus sp.</i>	larva	9	3	6	0.0	0.7
		No determinado	No determinado	larva	162	3	24	0.1	5.7
Gadiformes	Bregmacerotidae	Bregmaceros	<i>Bregmaceros bathymaster</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Merlucciidae	Merluccius	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	huevo	1665	9	1410	0.9	2.1
				larva	132	3	66	0.1	5.0
Gobiiformes	Gobiidae	No determinado	No determinado	larva	33	3	9	0.0	2.5
Mugiliformes	Mugilidae	Mugil	<i>Mugil curema</i>	juvenil	3	3	3	0.0	0.4
		No determinado	No determinado	huevo	3	3	3	0.0	0.4
Myctophiformes	Myctophidae	Benthoema	<i>Benthoema sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
		Ceratopsopelus	<i>Ceratopsopelus sp.</i>	larva	42	3	9	0.0	3.9
		Diogenichthys	<i>Diogenichthys lateratus</i>	larva	1578	3	174	0.9	40.4
		Hygophum	<i>Hygophum sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
		Lampanyctus	<i>Lampanyctus parvicauda</i>	larva	66	3	18	0.0	5.0
			<i>Lampanyctus sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
		Nannobranchium	<i>Nannobranchium sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
		No determinado	No determinado	larva	30	3	15	0.0	2.1
		Stenobranchius	<i>Stenobranchius sp.</i>	larva	6	3	3	0.0	0.7
		Triphoturus	<i>Triphoturus nigrescens</i>	larva	6	3	3	0.0	0.7
			<i>Triphoturus ocleum</i>	larva	84	3	15	0.0	6.4
			<i>Triphoturus sp.</i>	juvenil	3	3	3	0.0	0.4
Ophidiiformes	Ophidiidae	Lepophidium	<i>Lepophidium negropinna</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
			<i>Lepophidium sp.</i>	larva	12	3	6	0.0	1.1
		No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
Perciformes	Blenniidae	No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Haemulidae	Anisotremus	<i>Anisotremus sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Nomeidae	Psenes	<i>Psenes sio</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Normanichthyidae	Normanichthys	<i>Normanichthys crockeri</i>	larva	15	3	6	0.0	1.1
	Scorpaenidae	No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Sebastidae	Sebastes	<i>Sebastes chamacó</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Serranidae	No determinado	No determinado	larva	24	3	12	0.0	1.1
		Serranus	<i>Serranus sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	Githarichthys	<i>Githarichthys sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
		Hippoglossina	<i>Hippoglossina sp.</i>	larva	6	6	6	0.0	0.4
		No determinado	No determinado	larva	3	3	3	0.0	0.4
Salmoniformes	Gonostomatidae	Cyathone	<i>Cyathone sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
Scombriformes	Chiasmodontidae	Chiasmodon	<i>Chiasmodon niger</i>	larva	6	3	3	0.0	0.7
	Nomeidae	Psenes	<i>Psenes sio</i>	larva	9	9	9	0.0	0.4
	Scombridae	No determinado	No determinado	huevo	6	6	6	0.0	0.4
				larva	3	3	3	0.0	0.4
		Scomber	<i>Scomber japonicus</i>	huevo	48	12	24	0.0	1.1
				larva	36	3	21	0.0	1.1
Scorpaeniformes	Triglidae	Prionotus	<i>Prionotus sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
			<i>Prionotus stephanophrys</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
Stomiiformes	Gonostomatidae	Gonostoma	<i>Gonostoma sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
	Melanostomiinae	No determinado	No determinado	larva	9	3	3	0.0	1.1
	No determinado	No determinado	No determinado	larva	6	3	3	0.0	0.7
	Phosichthyidae	Vinciguerra	<i>Vinciguerra lucetia</i>	adulto	1374	168	1206	0.8	0.7
				huevo	48288	3	15480	27.3	54.6
				larva	393	3	54	0.2	21.1
	Sternoptychidae	Sternoptyx	<i>Sternoptyx sp.</i>	larva	3	3	3	0.0	0.4
Trachichthyiformes	Trachichthyidae	Hoplostethus	<i>Hoplostethus pacificus</i>	larva	6	6	6	0.0	0.4

Tabla 3.- Composición, frecuencias y abundancias de las especies de Eufáusidos por estadio.
Crucero de evaluación de Recursos Pelágicos 1709-11

Table 3. Composition, frequencies, and abundances of Euphausiid species by stage. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1709-11

ORDEN	INFRAORDEN/ FAMILIA	GENERO	ESPECIE	ESTADIO	Abundancia total/m ²	Abundancia mínima/m ²	Abundancia máxima/m ²	Abundancia relativa (%)	Frecuencia (%)		
Euphausiacea	Euphausiidae	Euphausia	<i>Euphausia distinguenda</i>	adulto	2427	3	900	6	16		
				juvenil	1734	3	765	4	16		
			<i>Euphausia eximia</i>	adulto	507	3	78	1	15		
				juvenil	456	3	144	1	9		
			<i>Euphausia lamelligera</i>	adulto	513	3	159	1	7		
				juvenil	741	3	144	2	10		
			<i>Euphausia mucronata</i>	adulto	4479	3	669	12	32		
				juvenil	9987	3	4440	26	16		
			<i>Euphausia sp.</i>	adulto	396	9	234	1	1		
				juvenil	11301	3	828	29	41		
			<i>Euphausia tenera</i>	adulto	156	3	39	0	4		
				juvenil	207	3	45	1	5		
			Nematobranchion	<i>Nematobranchion flexipes</i>	adulto	54	3	42	0	1	
					juvenil	24	3	9	0	1	
		adulto			6	3	3	0	1		
		juvenil			45	3	21	0	1		
		Nematoscelis	<i>Nematoscelis sp.</i>	adulto	9	3	3	0	1		
				furcilia	6	3	3	0	1		
		Nyctiphanes	<i>Nyctiphanes simplex</i>	adulto	141	3	48	0	6		
				juvenil	753	3	141	2	8		
			<i>Nyctiphanes sp.</i>	adulto	747	3	165	2	8		
				adulto	3	3	3	0	0		
		Stylocheiron	furcilia	adulto	3	3	3	0	0		
				juvenil	537	3	192	1	6		
			<i>Stylocheiron affine</i>	adulto	273	3	39	1	10		
				juvenil	309	3	69	1	15		
			<i>Stylocheiron carinatum</i>	adulto	3	3	3	0	0		
				adulto	36	3	27	0	1		
			<i>Stylocheiron elongatum</i>	furcilia	3	3	3	0	0		
				juvenil	57	3	18	0	4		
			<i>Stylocheiron sp.</i>	adulto	90	3	63	0	2		
				furcilia	1746	3	132	4	31		
		<i>Stylocheiron suhmii</i>	juvenil	942	3	246	2	9			
			adulto	123	3	78	0	3			
				juvenil	42	3	15	0	3		
							38856				100
				No determinado	No determinado	calytopis	179586	3	34464	73	69
						furcilia	130845	3	11280	24	91
						juvenil	3060	3	1638	3	4