

BIOVOLÚMENES DE ZOOPLANCTON, DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ICTIOPLANCTON, EUFÁUSIDOS Y PARALARVAS DE CEFALÓPODOS EN PRIMAVERA 2019

ZOOPLANKTON BIOVOLUMES, DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF ICHTHYOPLANKTON, EUPHAUSIIDS AND CEPHALOPODS PARALARVAE (SPRING 2019)

Ximena OroSCO¹

<https://doi.org/10.53554/boletin.v38i2.391>

RESUMEN

OROSCO, X. (2023). *Biovolúmenes de zooplancton, distribución y abundancia de ictioplancton, euphausiidos y paralarvas de cefalópodos en primavera 2019*. Bol Inst Mar Perú, 38(2), 266-283.- En la primavera 2019, en el mar peruano los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 3×10^{-3} y $10,8 \text{ mL.m}^{-3}$ con media de $0,54 \text{ mL.m}^{-3}$ y mediana de $0,3 \text{ mL.m}^{-3}$. Los mayores biovolúmenes ($>1 \text{ mL.m}^{-3}$) se encontraron en los dos extremos del litoral marítimo peruano, al norte frente a Punta Sal hasta Malabrigo, y al sur desde bahía Independencia hasta Atico. En el área central predominaron valores menores a $0,5 \text{ mL.m}^{-3}$, con un pequeño foco ($>0,5 \text{ mL.m}^{-3}$) frente a Callao. La especie de ictioplancton más frecuente fue *E. ringens* "anchoveta" con 41,5 % y 47 % de estaciones con presencia de huevos y larvas, respectivamente, así como con medianas de densidad de 252 huevos.m⁻² y 15 larvas.m⁻². La distribución de huevos fue continua, los mayores núcleos (> 4000 huevos.m⁻²) estuvieron en la zona costera frente a Malabrigo, Salaverry, Casma, Chancay y Cerro Azul; mientras que, las larvas se registraron con distribución más homogénea, con mayor densidad (<500 larvas.m⁻²) en la zona norte-centro (Punta La Negra hasta Chimbote). Los euphausiidos más frecuentes fueron juveniles de *Euphausia* sp. (39 %), adultos (26,1 %) y juveniles (25,44 %) de *E. mucronata* y furcilia de *Stylocheiron* sp. (12,2 %). Sin embargo, los estadios larvales (caliátopis y furcilia) de especies no determinadas fueron más abundantes, con medianas de densidad de 45 ind.m⁻² (caliátopis) y 240 ind. m⁻² (furcilia). En cuanto a las paralarvas de cefalópodos, la especie más frecuente (19,5 %) fue *Argonauta* spp. con abundancias de hasta 69 ind.m⁻².

PALABRAS CLAVE: biovolúmenes, ictioplancton., euphausiidos, paralarvas, anchoveta

ABSTRACT

OROSCO, X. (2023). *Zooplankton biovolumes, distribution and abundance of ichthyoplankton, euphausiids, and cephalopods paralarvae (spring 2019)*. Bol Inst Mar Perú, 38(2), 266-283.- In the spring of 2019, the marine ecosystem along the Peruvian coast showcased diverse zooplankton biovolumes, spanning from 3×10^{-3} to 10.8 mL.m^{-3} . On average, the biovolume measured 0.54 mL.m^{-3} , with a median of 0.3 mL.m^{-3} . Particularly, elevated biovolumes ($>1 \text{ mL.m}^{-3}$) were observed at the extremities of the Peruvian coastline, extending from Punta Sal to Malabrigo in the north and from Independencia Bay to Atico in the south. In the central region, biovolumes below 0.5 mL.m^{-3} were prevalent, with a slight concentration ($>0.5 \text{ mL.m}^{-3}$) off the coast of Callao. *E. ringens* was the most frequent ichthyoplankton species, constituting 41.5 % and 47 % of stations with the presence of eggs and larvae, respectively. Median densities were recorded at 252 eggs.m⁻² and 15 larvae.m⁻². The distribution of eggs displayed a continuous pattern, with substantial concentrations (> 4000 eggs.m⁻²) along coastal areas front Malabrigo, Salaverry, Casma, Chancay, and Cerro Azul. In contrast, larvae exhibited a more uniform distribution, with higher densities (<500 larvae.m⁻²) in the north-central area, ranging from Punta La Negra to Chimbote. Among euphausiids, juvenile stages of *Euphausia* sp. (39 %), along with adults (26.1 %) and juveniles (25.44 %) of *E. mucronata*, and furcilia of *Stylocheiron* sp. (12.2 %), were the most frequently observed. Nevertheless, undetermined species displayed more abundant larval stages (calyptopis and furcilia) with median densities of 45 ind. m⁻² (calyptopis) and 240 ind.m⁻² (furcilia). In terms of cephalopod paralarvae, *Argonauta* spp. were the dominant species, constituting 19.5 % of the recorded occurrences, with abundances reaching up to 69 ind.m⁻².

KEYWORDS: biovolumes, ichthyoplankton, euphausiids, paralarvae, *Engraulis ringens*

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) viene realizando desde la década de los 60's investigaciones bio-oceanográficas en primavera y verano dirigidas al recurso *Engraulis rin-*

1. INTRODUCTION

Since the 1960s, the *Instituto del Mar del Perú* (IMARPE) has been at the forefront of bio-oceanographic research, focusing on the *Engraulis ringens* resource (SANTANDER & SANDOVAL,

¹ Instituto del Mar del Perú. IMARPE. DGIOCC, Laboratorio de zooplancton e ictioplancton. xorosco@imarpe.gob.pe, x.orosco.m@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1194-8262>

gens “anchoveta” (SANTANDER & SANDOVAL, 1969). Destacando los estudios sobre sus primeros estadios de vida (huevos y larvas), así como también la del ensamblaje de zooplancton acompañante. En este ensamblaje, los euphausiidos son uno de los grupos dominantes, donde la especie endémica *Euphausia mucronata* es la dominante (ANTEZANA, 1978). El tamaño relativamente grande, alta abundancia y amplia distribución espacial de *E. mucronata*, indica que representa una gran proporción de los biovolúmenes y biomasa de zooplancton, desempeñando un papel importante en la canalización de la producción primaria hacia niveles tróficos superiores (ESCRIBANO, MARIN & IRRIBARREN, 2000). Los estudios sobre variaciones en distribución y abundancia de euphausiidos y otros grupos taxonómicos cobran gran relevancia (CARRASCO & LOZANO, 1989).

Existen otras especies de importancia comercial como el cefalópodo *Dosidicus gigas* “pota” o “calamar gigante”, para los cuales el estudio de sus primeros estadios de vida permite obtener información sobre el área de desove (OROSCO, 2022b), un mejor entendimiento de la dinámica de poblaciones, reclutamiento y discriminación de stocks (PIERCE & GUERRA, 1994; O’DOR & LIPINSKI, 1998). De igual manera, es importante el estudio de especies ecológicamente relevantes como *Argonauta nouyri* y/o *Gonatus* sp., que permiten indicar el acercamiento y la dinámica de las masas de agua relacionando presencia y abundancia de estos individuos (OROSCO, 2018).

Este informe presenta los resultados obtenidos sobre composición, distribución, frecuencia y abundancia del ictioplancton y algunos grupos taxonómicos relevantes del zooplancton como euphausiidos y cefalópodos provenientes del Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos llevado a cabo entre octubre y noviembre (primavera) el 2019 en el área comprendida entre Punta Sal (3°09’ S) y Los Palos (18°02’ S), así como la distribución de biovolúmenes de zooplancton encontrados en dicho crucero.

1969) during the spring and summer seasons. These extensive studies delve into the early life stages of this resource, including eggs and larvae, alongside the associated zooplankton community. Among these, euphausiids emerge as a dominant group, with the endemic species *Euphausia mucronata* being particularly prevalent (ANTEZANA, 1978). The remarkable size, high abundance, and wide spatial distribution of *E. mucronata* underline its substantial contribution to zooplankton biovolumes and biomass. This species plays a pivotal role in channeling primary production to higher trophic levels (ESCRIBANO, MARIN & IRRIBARREN, 2000). Given their ecological significance, studies investigating variations in the distribution and abundance of euphausiids, alongside other taxonomic groups, hold paramount importance (CARRASCO & LOZANO, 1989).

Beyond euphausiids, IMARPE’s research extends to commercially valuable species like the cephalopod *Dosidicus gigas*. Investigations into its early life stages yield vital insights into spawning areas (OROSCO, 2022b) and enhance our understanding of population dynamics, recruitment patterns, and stock discrimination methods (PIERCE & GUERRA, 1994; O’DOR & LIPINSKI, 1998). Furthermore, the study of ecologically significant species such as *Argonauta nouyri* and/or *Gonatus* sp. holds strategic importance. These studies provide valuable indicators of water mass dynamics, correlating the presence and abundance of these organisms (OROSCO, 2018).

This comprehensive report presents meticulously gathered data related to the composition, distribution, frequency, and abundance of ichthyoplankton and key taxonomic groups within zooplankton, including euphausiids and cephalopods. The data was collected during the Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise conducted between October and November 2019, spanning from Punta Sal (3°09’ S) to Los Palos (18°02’ S). Furthermore, the report delves into the intricate distribution patterns of zooplankton biovolumes observed during the cruise.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de zooplancton provinieron del Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 1910-11 a bordo de los BIC Humboldt, Olaya y Flores, ejecutado desde el 2 de octubre hasta el 12 de noviembre 2019. El muestreo se realizó dentro de las 116 mn de distancia a la costa, en el área comprendida desde 3°9'S (Punta Sal) hasta 18°2'S (Los Palos) (Fig. 1).

Se obtuvieron 282 muestras de zooplancton, recolectadas con una red Hensen de 300 micras de abertura de malla, mediante lances verticales desde 50 metros de profundidad hacia la superficie en barco parado. El muestreo fue realizado de manera sistemática en toda la costa peruana, con 113 transectos paralelos a la costa, con longitud total de 116 mn. Así mismo, las 282 estaciones de muestreo estuvieron distribuidas de manera uniforme a lo largo de los transectos, con distancia promedio de 30 mn entre ellas.

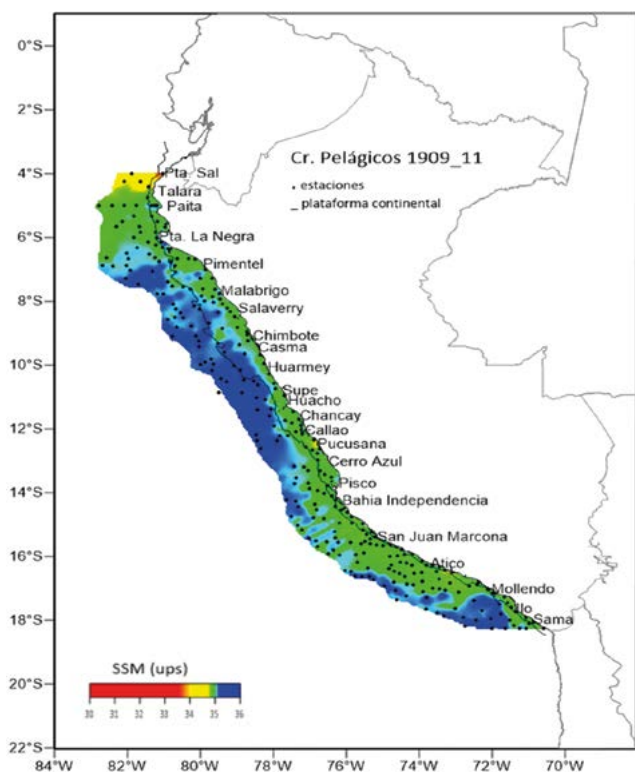


Figura 1.- Distribución de salinidad superficial del mar y estaciones de muestreo de zooplancton con red Hensen. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Olaya, Flores y Humboldt

Figure 1. Sea surface salinity distribution and sampling stations of zooplankton using Hensen net. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Olaya, Flores, and Humboldt

2. MATERIAL AND METHODS

The zooplankton samples analyzed in this study were collected during the Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, conducted aboard the R/Vs Humboldt, Olaya, and Flores, from October 2 to November 12, 2019. The sampling efforts covered a vast area spanning from 3°9'S (Punta Sal) to 18°2'S (Los Palos), reaching 116 nm offshore (Fig. 1).

A total of 282 zooplankton samples were gathered using a 300-micron mesh Hensen net. Vertical tows, ranging from 50 m deep to the surface, were conducted with the ship stationary. The sampling strategy was systematic, covering the entire Peruvian coast with 113 transects parallel to the coastline. These transects spanned a total length of 116 nm, with the 282 sampling stations evenly distributed among them, maintaining an average distance of 30 nm between each station.

Upon collection, the samples were promptly fixed and preserved onboard using a 2 % formaldehyde solution. Subsequent analysis occurred at IMARPE's Zooplankton and Secondary Production Laboratory (Headquarters). Zooplankton biovolumes ($\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$) were estimated using the displacement method (KRAMER, KALIN, STEVENS, THRAILKILL & ZWEIFEL, 1972). The gelatinous organisms, large crustaceans (exceeding 2 cm in size), and juvenile, and adult fishes were excluded from measurements. Quantitative analysis of ichthyoplankton, euphausiids, and cephalopod paralarvae ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-2}$) was conducted, with their frequencies expressed as a percentage of positive stations out of the total 282 sampling stations. To facilitate accurate specimen counting, sample fractionation was performed using the beaker method (VAN GUELPEL, MARKLE & DUGGAN, 1982). Taxonomic identification was carried out using specialized literature references, including MOSER (1996), EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO (1973) for ichthyoplankton; BODEN, JOHNSON

Las muestras fueron fijadas y preservadas a bordo con formaldehído al 2 %. Los análisis de las muestras fueron realizados en el Laboratorio de Zooplancton y Producción Secundaria (LZPS) de la sede central del Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Se obtuvieron los biovolúmenes de zooplancton (mL.m^{-3}) mediante el método de desplazamiento (KRAMER, KALIN, STEVENS, THRAILKILL & ZWEIFEL, 1972), extrayéndose antes de las mediciones, los organismos gelatinosos, crustáceos de gran tamaño (mayor a 2 cm), juveniles y/o adultos de peces. Así mismo, se realizó el análisis cuantitativo de ictioplancton, eufáusidos y paralarvas de cefalópodos (ind.m^{-2}), cuyas frecuencias fueron expresadas como el porcentaje de estaciones positivas del total de las estaciones de muestreo (282 estaciones). Para facilitar el conteo de especímenes se realizó el fraccionamiento de las muestras mediante el método del beaker (VAN GUELPEN, MARKLE & DUGGAN, 1982). Para la determinación taxonómica, se consultó la bibliografía especializada de MOSER (1996), EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO (1973) para el ictioplancton; BODEN, JOHNSON & BRINTON (1995) y BRINTON (1962) para eufáusidos; SWEENEY, ROPER, MANGOLD, CLARKE & BOLETZKY (1992), ZARAGOZA, QUETGLAS & MORENO (2015) para las paralarvas de cefalópodos.

Las tabulaciones, análisis y procesamiento de los datos fueron trabajados en el programa Excel 365 y los mapas de distribución y abundancias en el programa Surfer v.16.

3. RESULTADOS

Biovolúmenes de zooplancton

Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 3×10^{-3} y $10,8 \text{ mL.m}^{-3}$, con promedio de 0,54 y mediana de $0,30 \text{ mL.m}^{-3}$.

De acuerdo con los rangos de biovolúmenes (Tabla 1), el de mayor frecuencia (38,3 %) del total de estaciones fue el comprendido entre 0,01 y $0,2 \text{ mL.m}^{-3}$ que estuvo distribuido en la zona costera desde Pimentel hasta Morro Sama, y por fuera de la plataforma desde Salaverry hasta Huarney. En segundo lugar,

& BRINTON (1995), and BRINTON (1962) for euphausiids; SWEENEY, ROPER, MANGOLD, CLARKE & BOLETZKY (1992), ZARAGOZA, QUETGLAS & MORENO (2015) for cephalopod paralarvae.

Data tabulation, analysis, and processing were performed using Excel 365, and distribution and abundance maps were generated using Surfer v.16.

3. RESULTS

Zooplankton biovolumes

The zooplankton biovolumes displayed a wide range, varying from 3×10^{-3} to 10.8 mL.m^{-3} , averaging 0.54 with a median of 0.30 mL.m^{-3} .

Analyzing the different biovolume ranges (Table 1), the most prevalent range (comprising 38.3 % of total stations) fell between 0.01 and 0.2 mL.m^{-3} . This range was predominantly observed along the coastal stretch from Pimentel to Morro Sama and offshore from Salaverry to Huarney. The second most common range, spanning from 0.2 to 0.5 mL.m^{-3} , accounted for 27.3 % of the stations, covering a broad area across the surveyed region. This range included patches offshore in the north, areas at the shelf break in the central region, and additional patches offshore in the southern region. Similarly, biovolumes within the range of 0.5 to 1 mL.m^{-3} (19.9 %) exhibited comparable distribution patterns. Biovolumes falling within 1 to 2.5 mL.m^{-3} were scattered in patches both in the northern and southern regions. Notably, biovolumes exceeding 6.5 mL.m^{-3} , occurring at a frequency of 0.4 %, were predominantly concentrated off the coast of San Juan de Marcona (Fig. 2).

Ichthyoplankton

The ichthyoplankton community comprised 27 families, 45 genera, and 51 distinct species. *Engraulis ringens* stood out, accounting for a substantial portion with 41.5 % of the eggs and 47 % of the larvae. Additionally, 'Undetermined' eggs represented 39.4 % of the community, followed by *Vinciguerria*

el rango de 0,2 a 0,5 mL.m⁻³ tuvo 27,3 % de frecuencia, con mayor extensión a lo largo del área muestreada, parches por fuera de la plataforma (zona norte), parches en el quiebre de la plataforma (zona centro) y parches por fuera de la plataforma (zona sur); al igual que el rango entre 0,5 y 1 mL.m⁻³ (19,9 %). Los biovolúmenes de los rangos entre 1 y 2,5 mL.m⁻³ estuvieron distribuidos por parches en el norte y sur; mientras que los valores >6,5 mL.m⁻³, con el 0,4 % de frecuencia, estuvieron concentrados frente a San Juan de Marcona (Fig. 2).

Ictioplancton

El ictioplancton estuvo conformado por 27 familias, 45 géneros y 51 especies. La especie más frecuente fue *Engraulis ringens* “anchoveta” con 41,5 % de huevos y 47 % de larvas, seguido de huevos “No determinados” (39,4 %), *Vinciguerria lucetia* “pez luminoso” con 36,2 % de huevos y 12,9 % de larvas, *Diogenichthys laternatus* con 32,7 % de larvas y por último *Scomberesox saurus* con 12,9 % de huevos. En términos de abundancia relativa, los que presentaron mayores valores fueron los huevos de *E. ringens* (76,8 %) con abundancia mediana de 252 huevos.m⁻², seguido de las larvas de *V. lucetia* (14,9 %) con abundancia mediana de 6 larvas.m⁻² (Tabla 2).

Engraulis ringens “anchoveta”

Se observó presencia continua de huevos de anchoveta a lo largo de la plataforma continental desde Punta La Negra hasta Ilo; sin

lucetia with 36.2 % of eggs and 12.9 % of larvae. *Diogenichthys laternatus* and *Scomberesox saurus* were also notable, constituting 32.7 % and 12.9 % of the eggs, respectively. In terms of relative abundance, *E. ringens* eggs dominated, comprising a significant 76.8 % of the total, with a median abundance of 252 eggs.m⁻². Following closely were *V. lucetia* larvae (14.9 %) with a median abundance of 6 larvae.m⁻² (Table 2).

Engraulis ringens

E. ringens eggs were consistently found along the continental shelf, spanning from Punta La Negra to Ilo. The densest concentrations, surpassing 4,000 eggs eggs.m⁻², were observed in coastal areas off Malabrigo, Salaverry, Casma, Chancay, and Cerro Azul. Egg counts ranging from just under 4,000 to over 1,000 eggs.m⁻² were documented from southern Punta La Negra to Huarmey and from southern Huacho to Pisco.

Tabla 1.- Frecuencia (%) de rangos de biovolúmenes de zooplancton (mL.m⁻³). Crucero Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Table 1. Frequency (%) of zooplankton biovolume ranges (mL.m⁻³). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910_11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

Rango (mL.m ⁻³)	Nro. estaciones	Frecuencia (%)
0,01-0,2	108	38,3
0,2-0,5	77	27,3
0,5-1	56	19,9
1-1,5	22	7,8
1,5-2	11	3,9
2-2,5	4	1,4
2,5-6,5	4	1,4
>6,5	1	0,4
Total	282	100

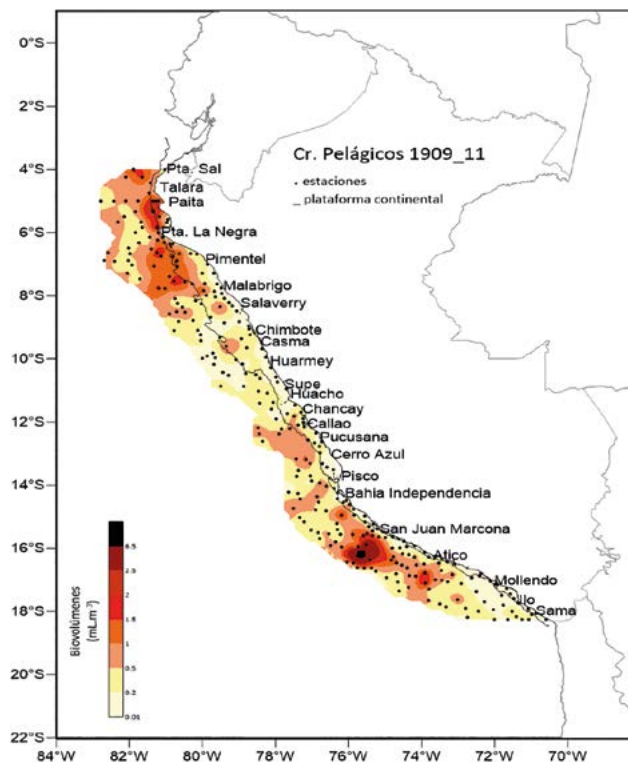


Figura 2.- Distribución de biovolúmenes de zooplancton (mL.m⁻³). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Figure 2. Distribution of zooplankton biovolumes (mL.m⁻³), Pelagic Resources Hydroacoustic Assessment Cruise 1910-11, BIC Humboldt, Olaya and Flores

embargo, los mayores núcleos (> 4.000 huevos.m⁻²) estuvieron en la zona costera frente a Malabrigo, Salaverry, Casma, Chancay y Cerro Azul y los valores < 4.000 y > 1.000 huevos.m⁻² cubrieron la zona desde el sur de Punta La Negra hasta Huarmey y desde el sur de Huacho hasta Pisco. En términos generales se observó un gradiente de mayores abundancias cerca de la costa, y menores valores (< 500 huevos.m⁻²) se encontraron en la zona por fuera de la plataforma en el norte y en el sur (Fig. 3B). En cuanto a las larvas, se registró una distribución más homogénea, con predominio de abundancias medias (< 500 larvas.m⁻²) en la zona norte-centro, desde la zona costera frente el sur de Punta La Negra hasta por fuera de la plataforma frente a Chimbote (Fig. 3A).

Vinciguerria lucetia "pez luminoso"

Los huevos y larvas de *V. lucetia*, tuvieron distribución espacial similar, ambos en parches por fuera de la plataforma continental. En el caso de huevos, los mayores núcleos (> 1.000 huevos.m⁻²) estuvieron en las zonas más oceánicas frente a Talara, Pimentel, Chimbote, Huacho y Callao (Fig. 4B). Las larvas presentaron densidades menores a 100 larvas.m⁻² y estuvieron dispersas en la zona oceánica (Fig. 4A).

Generally, higher abundances were noted nearer to the coast, while lower values (below 500 eggs.m⁻²) were observed outside the shelf in both the northern and southern regions (Fig. 3B). Regarding larvae, a more uniform distribution was observed, with predominantly moderate abundances (< 500 larvae.m⁻²) in the north-central zone, stretching from the coastal area south of Punta La Negra to the offshore region off Chimbote (Fig. 3A).

Vinciguerria lucetia

V. lucetia exhibited a consistent spatial pattern, with both its eggs and larvae forming distinct patches beyond the continental shelf. Particularly, substantial egg concentrations (> 1.000 eggs.m⁻²) were identified in the remote oceanic regions off Talara, Pimentel, Chimbote, Huacho, and Callao (Fig. 4B). In contrast, larvae were sparsely distributed, with densities below 100 larvae.m⁻² observed across the oceanic zone (Fig. 4A).

Other species

After *E. ringens* and *V. lucetia*, the family Myctophidae emerged as the next most

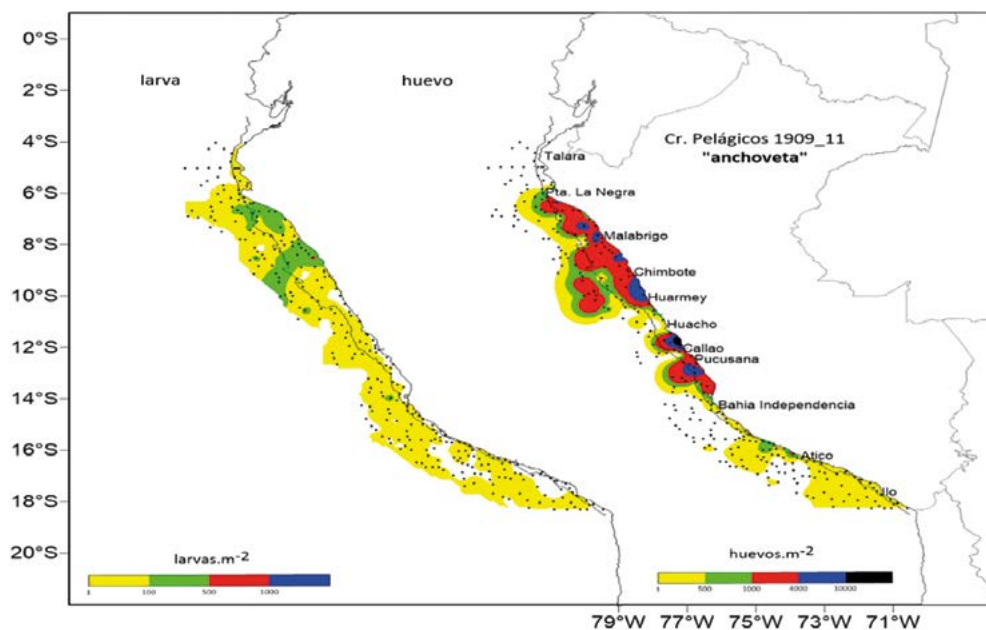


Figura 3.- Abundancia de A) larvas (larvas.m⁻²), B) huevos (huevos.m⁻²) de *Engraulis ringens* "anchoveta". Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Figure 3. Abundance of *Engraulis ringens* A) larvae (larvae.m⁻²), B) eggs (eggs.m⁻²), Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

Otras especies

Después de *E. ringens* y *V. lucetia*, la familia Myctophidae fue la más frecuente. La especie más frecuente fue *Diogenichthys laternatus* (32,8 %), pero con abundancia mediana de 9 larvas.m⁻², distribuida de manera homogénea en las zonas norte y sur. En la zona norte, sus mayores concentraciones estuvieron en el quiebre de la plataforma frente a Malabrigo, mientras que en las demás zonas estuvo por fuera de la misma (Fig. 5B). Las otras especies de la misma familia como *Lampanyctus* spp. (12,6 %), *Triphoturus* spp. (4,9 %), *Myctophum nitidulum* (3,8 %), *Stenobranchius* sp. (1,4 %) y otras larvas “No determinadas” (7,3 %) (Tabla 2), se encontraron principalmente en la zona centro-sur, desde Huacho hasta Ilo, con presencia de *M. nitidulum* frente a Talara (Fig. 5A).

Así mismo, se registraron frecuencias moderadas de la familia Bathylagidae, destacando especies como *L. stilbius* (6,8 %), *Bathylagoides* spp. (5,2 %) y huevos de Bathylagidae No determinados (3,5 %) (Tabla 2).

prevalent group. Among these, *Diogenichthys laternatus* stood out, constituting 32.8 % of the family. Despite a median abundance of 9 larvae.m⁻², its distribution was consistently homogenous across both the northern and southern regions. In the northern area, the species clustered primarily at the continental shelf break near Malabrigo, while in other areas, it was found beyond the shelf (Fig. 5B). Other species within the family Myctophidae, such as *Lampanyctus* spp. (12.6 %), *Triphoturus* spp. (4.9 %), *Myctophum nitidulum* (3.8 %), *Stenobranchius* sp. (1.4 %), and other ‘Undetermined’ larvae (7.3 %) (Table 2) were primarily observed in the central to southern zones, from Huacho to Ilo. *M. nitidulum* occurred off Talara (Fig. 5A).

Additionally, moderate instances of the family Bathylagidae were observed, featuring noticeable species such as *L. stilbius* (6.8 %), *Bathylagoides* spp. (5.2 %), and undetermined Bathylagidae eggs (3.5%) (Table 2).

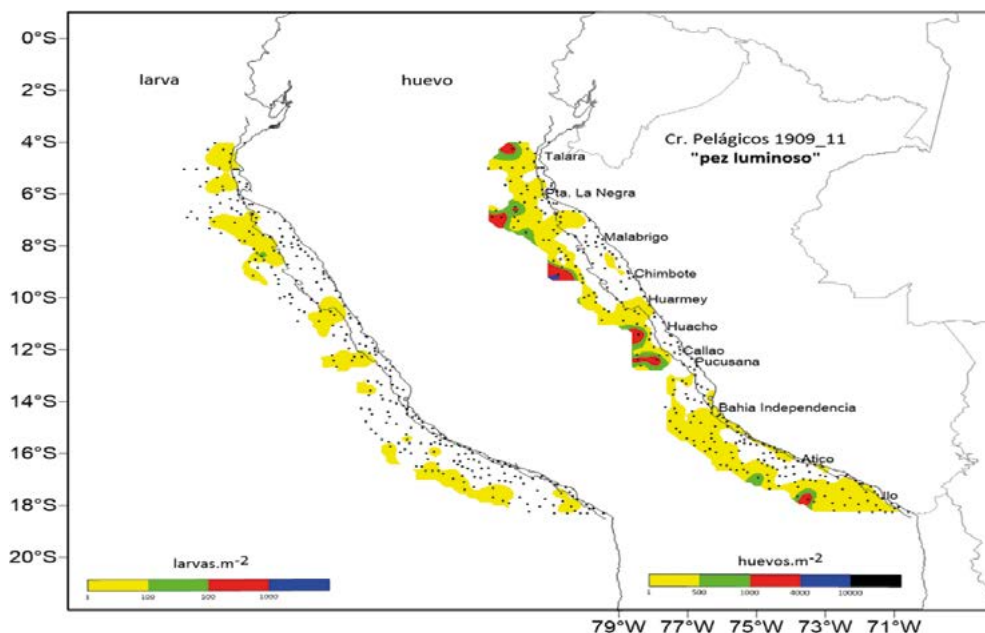


Figura 4.- Abundancia de A) larvas, B) huevos de *Vinciguerria lucetia* “pez luminoso”. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC’s Humboldt, Olaya y Flores

Figure 4. Abundance of *Vinciguerria lucetia* A) larvae, B) eggs. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

Tabla 2.- Composición, frecuencia y abundancia (ind.m⁻²) de huevos y larvas. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y FloresTable 2. Composition, frequency and abundance (ind.m⁻²) of eggs and larvae. Hydroacoustic Pelagic Resources Assessment Cruise 1910-11, BIC Humboldt, Olaya and Flores

Clase	Familia	Especie	Estadio	Estaciones (+)	Frecuencia (%)	Abundancia mínima	Abundancia máxima	Abundancia mediana	Abundancia relativa (%)				
Anguilliformes	No determinado	No determinado	huevo	5	1,74	3	6	3	0,009				
			larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
Argentiniiformes	Bathylagidae	<i>Bathylagoides nigrigenys</i>	larva	1	0,35	21	21	21	0,009				
			<i>Bathylagoides wesethi</i>	larva	14	4,88	3	9	3	0,028			
				huevo	1	0,35	87	87	87	0,039			
				<i>Leuroglossus stilbius</i>	larva	20	6,97	3	54	6	0,089		
					huevo	10	3,48	3	84	10,5	0,099		
Aulopiiformes	Paralepididae	<i>Lestidiops pacificus</i>	larva	2	0,7	3	3	3	0,003				
			Synodontidae	No determinado	huevo	1	0,35	3	3	3	0,001		
				Beloniiformes	Scomberesocidae	<i>Scomberesox saurus</i>	huevo	37	12,89	3	18	3	0,091
larva	3	1,05	3				6	6	0,007				
Beloniiformes	Blenniidae	No determinado	huevo	1	0,35	9	9	9	0,004				
			<i>Hypsoblennius</i> sp.	larva	4	1,39	3	3	3	0,005			
				<i>Ophioblennius</i> sp.	larva	8	2,79	3	6	3	0,012		
Beryciformes	Melamphidae	<i>Scopelogadus</i> sp.	larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
Carangiformes	Carangidae	<i>Caranx caballus</i>	larva	1	0,35	6	6	6	0,003				
			<i>Caranx</i> sp.	larva	1	0,35	3	3	3	0,001			
				<i>Trachurus murphyi</i>	larva	1	0,35	3	3	3	0,001		
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	119	41,46	3	16.224	252	76,854				
			larva	135	47,04	3	705	15	3,846				
	Phosichthyidae	<i>Vinciguerria lucetia</i>	huevo	104	36,24	3	4692	33	14,902				
			larva	37	12,89	3	249	6	0,215				
	Clupeiformes	Haemulidae	No determinado	larva	1	0,35	3	3	3	0,001			
				Sciaenidae	No determinado	larva	1	0,35	6	6	6	0,003	
Gadiformes	Merlucciidae	<i>Merluccius gayi</i>	larva			4	1,39	3	6	3	0,007		
Gobiiformes	Gobiidae	No determinado	larva	3	1,05	3	27	6	0,016				
Mugiliformes	Mugilidae	No determinado	larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
Myctophiformes	Myctophidae	<i>Diogenichthys laternatus</i>	larva	94	32,75	3	246	9	0,774				
			<i>Lampanyctus acanthurus</i>	larva	1	0,35	3	3	3	0,001			
				<i>Lampanyctus parvicauda</i>	larva	28	9,76	3	27	3	0,069		
			<i>Lampanyctus</i> sp.	larva	7	2,44	3	15	3	0,019			
				<i>Myctophum nitidulum</i>	larva	11	3,83	3	9	3	0,02		
			Myctophiformes	No determinado	larva	larva	12	4,18	3	12	3	0,024	
						<i>Stenobranchius</i> sp.	larva	4	1,39	3	12	4,5	0,011
						<i>Triphoturus nigrescens</i>	larva	1	0,35	21	21	21	0,009
						<i>Triphoturus ocaleum</i>	larva	13	4,53	3	18	3	0,034
Ophidiiformes	Bythitidae	<i>Cataetyx rubrirostris</i>	huevo	1	0,35	3	3	3	0,001				
			Ophidiidae	<i>Cherublemma</i> sp.	larva	1	0,35	3	3	3	0,001		
	<i>Lepophidium ophidiidae</i>	larva		1	0,35	3	3	3	0,001				
	<i>Lepophidium</i> sp.	larva		1	0,35	3	3	3	0,001				
	<i>Ophidion</i> sp.	larva	1	0,35	3	3	3	0,001					
No determinado	larva	5	1,74	3	3	3	0,007						
Perciformes	Normanichthyidae	<i>Normanichthys crockeri</i>	larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
Pleuronectiformes	Cynoglossidae	No determinado	larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
			Paralichthyidae	No determinado	larva	2	0,7	6	9	7,5	0,007		
Scombriformes	Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
			<i>Psenes sio</i>	larva	1	0,35	3	3	3	0,001			
	Scombridae	<i>Auxis</i> sp.	larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
			<i>Scomber japonicus</i>	larva	1	0,35	3	3	3	0,001			
			<i>Sarda chilensis</i>	larva	1	0,35	6	6	6	0,003			
Stomiiformes	Sternoptychidae	Tipo Maurolicus	huevo	1	0,35	6	6	6	0,003				
			Stomiidae	No determinado	larva	1	0,35	3	3	3	0,001		
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus</i> sp.	larva	1	0,35	3	3	3	0,001				
No determinado	No determinado	No determinado	huevo	113	39,37	3	3.978	6	2,717				
			larva	21	7,32	3	6	3	0,034				
TOTAL				282					100				

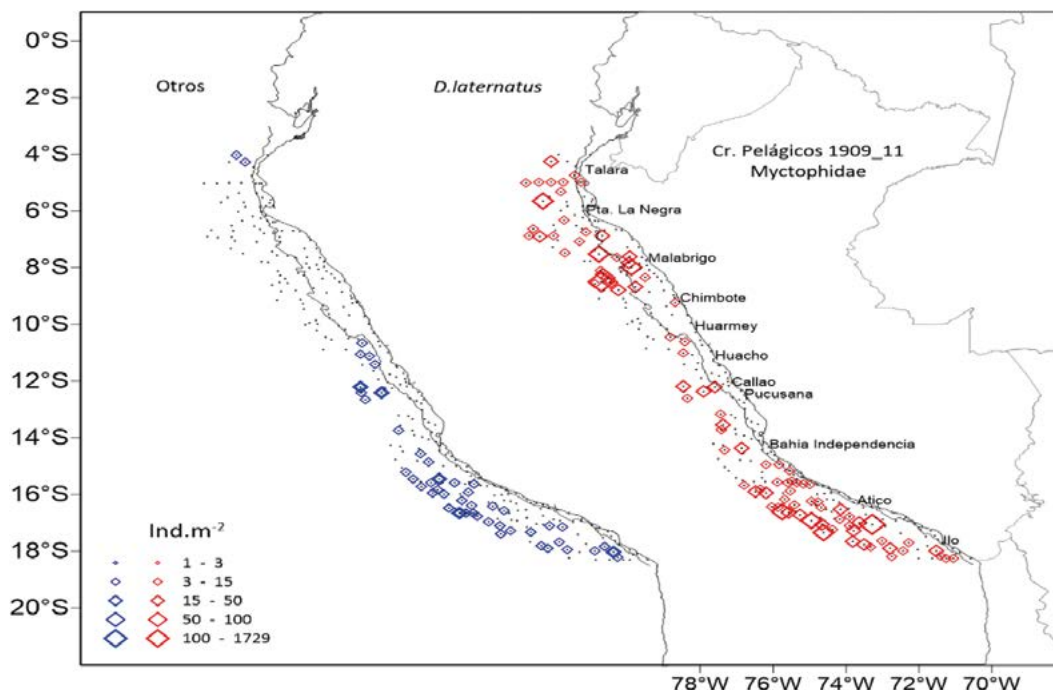


Figura 5.- Abundancia de larvas de Myctophidae (larvas.m²). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Figure 5. Abundance Myctophidae larvae (larvae.m²). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

Eufáusidos

Se determinaron 5 géneros y 17 especies de eufáusidos. Sin embargo, algunos adultos y juveniles del género *Euphausia* no pudieron ser determinados hasta especie (maltratados y/o rotos), dejándose como *Euphausia* sp. Así mismo, otros estadios larvales (metanauplio, caliptopis, furciliás y juveniles) fueron clasificados como No determinados ya que no pudieron ser asignados a ninguna especie o taxón por falta de resolución taxonómica.

En cuanto a frecuencias de eufáusidos, las especies más frecuentes del total de estaciones fueron *Euphausia* sp. (39 %, juveniles), *Euphausia mucronata* (25,44 % juveniles; 26,1 %, adultos) y *Euphausia distinguenda* (12,9 %, juveniles). Sin embargo, los estadios larvales (caliptopis y furcilia) fueron los más frecuentes, con el 54,4 y el 75,6 % del total de estaciones, respectivamente; alcanzando medianas de abundancia de 45 ind. m⁻² para los caliptopis y 240 ind. m⁻² para las furciliás (Tabla 3).

Euphausiids

Euphausiids were represented by 5 genera and 17 distinct species. However, certain adults and juveniles within the genus *Euphausia* could not be identified at the species level due to damage and breakage; hence, they were categorized as *Euphausia* sp. Moreover, various larval stages (including metanauplius, calyptopis, furcilia, and juveniles) were labeled as 'Undetermined' since they could not be attributed to any particular species or taxon, lacking the necessary taxonomic resolution.

Regarding euphausiid frequencies, the prevailing species at all stations were *Euphausia* sp. (39 %, juveniles), *Euphausia mucronata* (25.44 % juveniles; 26.1 %, adults), and *Euphausia distinguenda* (12.9 %, juveniles). Nonetheless, the most frequently found stages were the larval forms (calyptopis and furcilia), occurring in 54.4 % and 75.6 % of all stations, respectively. These stages exhibited median abundances of 45 ind.m⁻² for calyptopis and 240 ind.m⁻² for furciliás (Table 3).

Tabla 3.- Composición, frecuencias y abundancia (ind. m⁻²) de estadios de eufáusidos. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y FloresTable 3. Composition, frequencies and abundance (ind. m⁻²) of euphausiid stages. Hydroacoustic Pelagic Resources Assessment Cruise 1910-11, BIC Humboldt, Olaya and Flores

Familia	Género	Especies	Estadio	Estaciones (+)	Frecuencia (%)	Abundancia mínima	Abundancia máxima	Abundancia mediana	Abundancia relativa (%)	
Euphausiidae	Euphausia	<i>Euphausia distinguenda</i>	adulto	10	3,48	3	135	21	0,147	
			juvenil	37	12,89	3	240	9	0,344	
		<i>Euphausia eximia</i>	adulto	26	9,06	3	93	9	0,154	
			juvenil	33	11,5	3	348	9	0,567	
		<i>Euphausia lamelligera</i>	adulto	5	1,74	3	12	3	0,008	
			juvenil	13	4,53	3	888	3	0,466	
		<i>Euphausia mucronata</i>	adulto	75	26,13	3	702	24	1,854	
			juvenil	73	25,44	3	1.428	24	3,612	
		<i>Euphausia tenera</i>	adulto	1	0,35	6	6	6	0,002	
			juvenil	8	2,79	3	21	3	0,018	
		<i>Euphausia</i> sp.	adulto	2	0,7	81	159	120	0,083	
			juvenil	112	39,02	3	9.21	6	12,652	
		No determinado	No determinado	juvenil	2	0,7	231	549	390	0,271
				adulto	3	1,05	3	9	3	0,005
		Nematobranchion	<i>Nematobranchion flexipes</i>	adulto	3	1,05	3	6	3	0,004
juvenil	2			0,7	3	6	4,5	0,003		
Nematoscelis	<i>Nematoscelis</i> sp.	adulto	3	1,05	3	6	6	0,005		
		juvenil	9	3,14	3	9	3	0,014		
Nyctiphanes	<i>Nyctiphanes simplex</i>	adulto	11	3,83	3	663	15	0,487		
		juvenil	3	1,05	3	243	24	0,094		
Nyctiphanes	<i>Nyctiphanes</i> sp.	furcilia	18	6,27	3	1.872	16,5	0,987		
		juvenil	1	0,35	15	15	15	0,005		
Stylocheiron	<i>Stylocheiron affine</i>	adulto	12	4,18	3	15	3	0,027		
		furcilia	1	0,35	3	3	3	0,001		
Stylocheiron	<i>Stylocheiron elongatum</i>	adulto	20	6,97	3	117	3	0,086		
		furcilia	1	0,35	66	66	66	0,023		
Stylocheiron	<i>Stylocheiron longicorne</i>	adulto	4	1,39	3	6	3	0,005		
		juvenil	2	0,7	3	6	3	0,002		
Stylocheiron	<i>Stylocheiron</i> sp.	furcilia	35	12,2	3	1.608	12	2,297		
		juvenil	11	3,83	3	27	6	0,053		
No determinado	No determinado	caliptopis	156	54,36	3	12.744	45	29,677		
		furcilia	218	75,96	3	10.512	240	45,254		
No determinado	No determinado	juvenil	11	3,83	3	303	24	0,299		
		metanauplio	4	1,39	42	1.26	58,5	0,493		
TOTAL				287					100	

La mayoría de las especies de *Euphausia* estuvieron presentes a lo largo del litoral marítimo, a excepción de *E. lamelligera* que se limitó a la zona norte (Talara a Chicama). Los juveniles de *Euphausia* sp. y los adultos y juveniles de *E. mucronata* estuvieron distribuidos a lo largo del quiebre de la plataforma continental. En cambio, los juveniles de *E. tenera* y *E. distinguenda*, y los adultos y juveniles de *E. eximia* estuvieron por fuera de la plataforma (Fig. 6).

Otra de las especies más frecuentes fue *Stylocheiron* sp. (12,2 %, furcilia) que se halló distribuida en el quiebre de la plataforma en la zona norte-centro desde Talara hasta Callao, y por fuera de la plataforma en la zona sur desde San Juan de Marcona hasta Ilo. Los adultos y juveniles de *S. affine* tuvieron la misma distribución que las furcilia de *Stylocheiron*

Most Euphausiidae exhibited coastal distribution, except for *E. lamelligera*, confined to the northern zone spanning from Talara to Chicama. Juveniles of *Euphausia* sp. and adults and juveniles of *E. mucronata* were found along the continental shelf break. In contrast, juveniles of *E. tenera* and *E. distinguenda*, along with adults and juveniles of *E. eximia*, were located beyond the continental shelf (Fig. 6).

Another noteworthy species, *Stylocheiron* sp. (12.2 %, furcilia), was distributed along the shelf break in the north-central zone from Talara to Callao and beyond the shelf in the southern zone from San Juan de Marcona to Ilo. Adults and juveniles of *S. affine* exhibited a similar distribution pattern as the furcilia of *Stylocheiron* sp.,

sp.; mientras que *S. elongatum* tuvo poca presencia, se registró frente a Paita y en la zona centro desde Chimbote hasta Callao. Entre las especies menos abundantes y frecuentes, todas halladas por fuera de la plataforma continental, estuvieron los juveniles y adultos de *Nematoscelis simplex* y los adultos de *N. flexipes*, limitados a la zona norte entre Talara y Chimbote; por el contrario, los juveniles de *Nematoscelis* sp. fueron registrados en parches en el norte (Punta Falsa), centro (Huacho) y sur (Atico) (Fig. 7).

while *S. elongatum* had limited presence, noted off Paita and in the central zone from Chimbote to Callao. Among the less abundant and less frequently encountered species, all found beyond the continental shelf, were juveniles and adults of *Nematoscelis simplex* and adults of *N. flexipes*, confined to the northern zone between Talara and Chimbote. Conversely, juveniles of *Nematoscelis* sp. were observed in patches in the north (Punta Falsa), central (Huacho), and south (Atico) (Fig. 7).

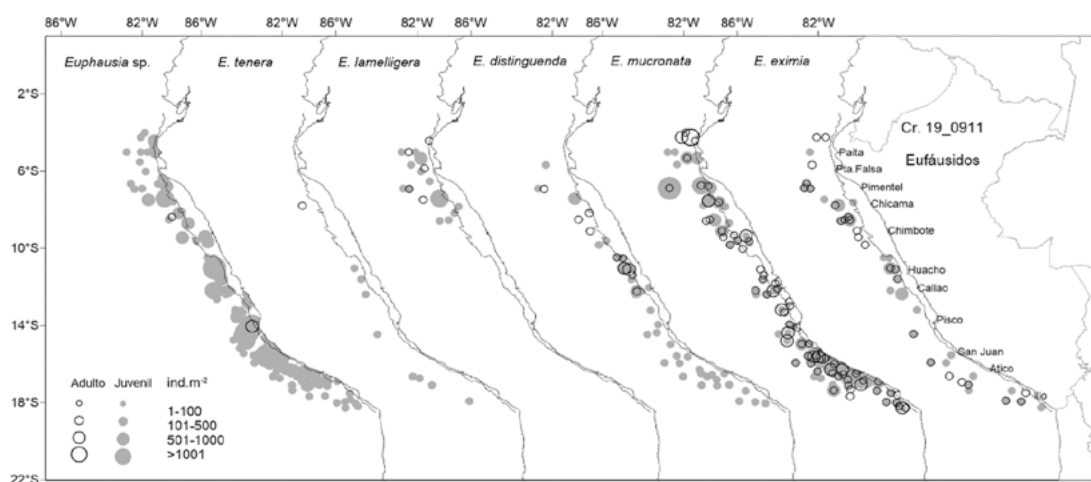


Figura 6.- Abundancia (ind.m⁻²) del género *Euphausia* (adultos y juveniles). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Figure 6. Abundance (ind.m⁻²) of the genus *Euphausia* (adults and juveniles). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

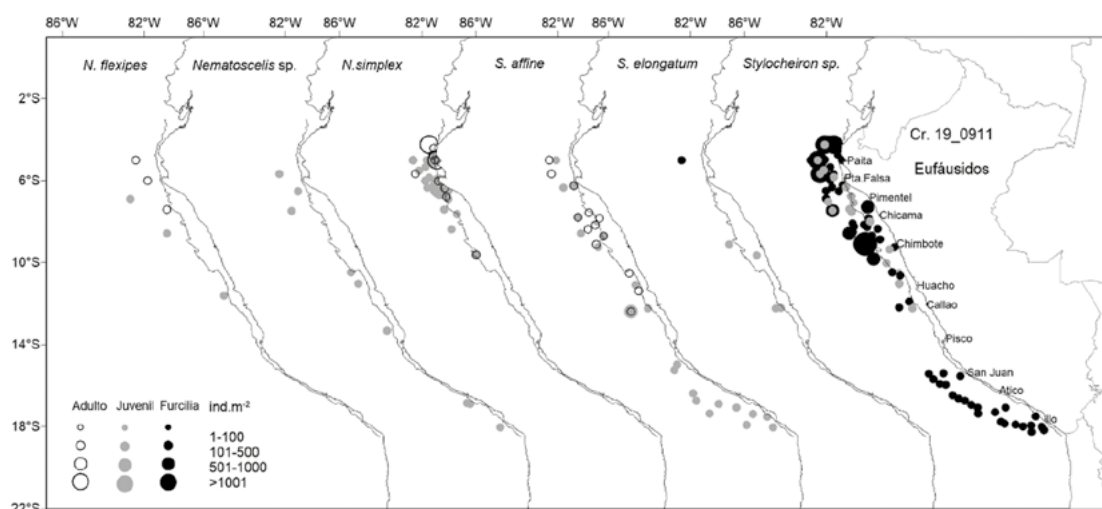


Figura 7.- Abundancia (ind.m⁻²) de eufausiidos (adultos, juveniles y furcilia). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Figure 7. Abundance (ind.m⁻²) of euphausiids (adults, juveniles, and furcilia). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

En cuanto a la distribución de los caliptopis y furcilia que no pudieron ser determinados hasta el nivel de especie, presentaron una distribución espacial homogénea a lo largo de todo el litoral peruano, por dentro y fuera de la plataforma continental, desde el norte de Talara hasta el sur de Ilo; sin embargo, los caliptopis estuvieron más dispersos que las furcilia (Fig. 8).

Paralarvas

Se determinó 7 taxones de paralarvas de cefalópodos pertenecientes a 7 familias. La especie más frecuente (21,6 %) con abundancia mediana de 62 ind.m⁻² fue *Argonauta* spp. (Tabla 4). Así mismo, *Argonauta* spp. fueron las especies con mayor distribución espacial, registrándose desde Punta Falsa hasta Ilo; mientras que *Japetella* sp., las familias Gonatidae y Ommastrephidae estuvieron distribuidas solo en la zona sur, desde San Juan de Marcona hasta Ilo (Fig. 9).

The calyptopis and furcilia stages, not identifiable at the species level, exhibited a uniform distribution pattern along the entire Peruvian coastline, encompassing both within and outside the continental shelf, from the northern region of Talara to the southern area of Ilo. Interestingly, calyptopis larvae seemed to be more extensively dispersed in comparison to furcilia (Fig. 8).

Paralarvae

In this study, seven distinct cephalopod paralarvae taxa were identified, representing seven different families. The most prevalent species, *Argonauta* spp., constituted 21.6 % of the total, with a median abundance of 62 ind.m⁻² (Table 4). *Argonauta* spp. exhibited a broad spatial distribution, ranging from Punta Falsa to Ilo. Conversely, *Japetella* sp., along with the families Gonatidae and Ommastrephidae, were exclusively confined to the southern zone, spanning from San Juan de Marcona to Ilo (Fig. 9).

Tabla 4.- Composición, frecuencias y abundancias (ind. m⁻² de paralarvas de cefalópodos, Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Tabla 4. Composition, frequencies and abundances (ind. m⁻²) of cephalopod paralarvae. Hydroacoustic Pelagic Resources Assessment Cruise 1910-11, BIC Humboldt, Olaya and Flores

Orden	Familia	Especies	Estaciones (+)	Frecuencia (%)	Abundancia mínima	Abundancia máxima	Abundancia mediana	Abundancia relativa (%)
Oegopsida	Enoplateuthidae	<i>Ancistrocheirus</i> sp.?	1	0,35	3	3	3	0,47
	Gonatidae	No determinado	1	0,35	3	3	3	0,47
	Ommastrephidae	No determinado	5	1,74	3	9	3	3,32
	Onychoteuthidae	<i>Onychoteuthis</i> sp.	1	0,35	3	3	3	0,47
	Amphitretidae	<i>Japetella</i> sp.	2	0,7	3	6	4,5	1,42
Octopoda	Argonautidae	<i>Argonauta</i> spp.	62	21,6	3	69	62	93,36
	No determinado	No determinado	1	0,35	3	3	3	0,47
TOTAL			287					100

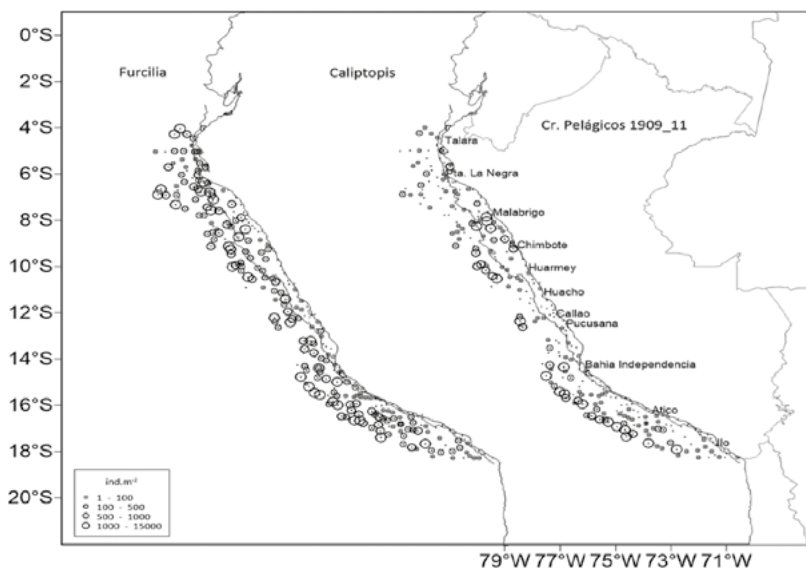


Figura 8.- Abundancia (ind.m⁻²) del A) caliptopis, B) furcilia de eufáusidos No determinados. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Figure 8. Abundance (ind.m⁻²) of A) calyptopis, B) furcilia of Undetermined euphausiids. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

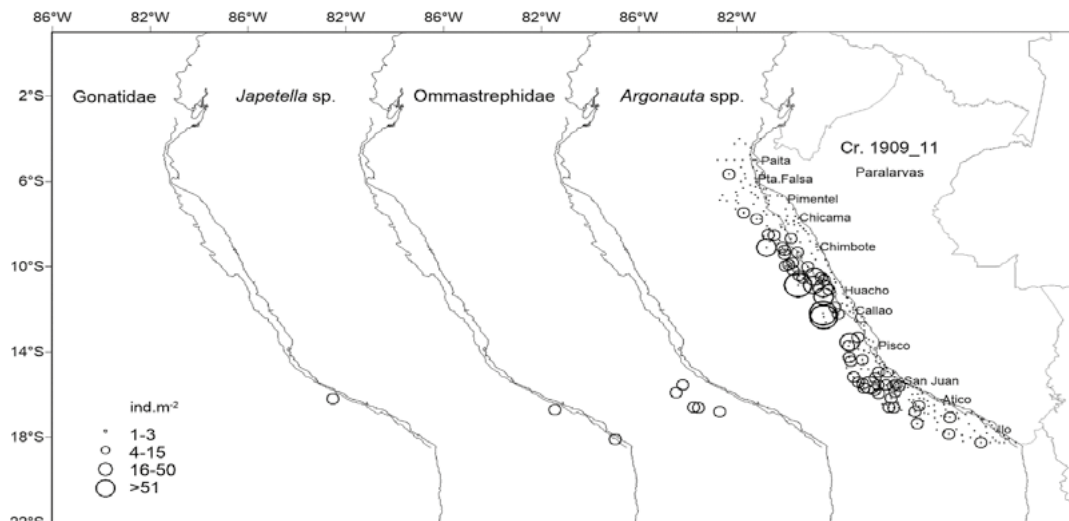


Figura 9.- Abundancia (ind.m⁻²) de paralarvas de cefalópodos. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1910-11, BIC Humboldt, Olaya y Flores

Figure 9. Abundance (ind.m⁻²) of cephalopod paralarvae. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 1910-11, R/V Humboldt, Olaya, and Flores

4. DISCUSIÓN

Después del desarrollo del evento El Niño 2018-19 (octubre 2018 a febrero 2019) (ENFEN, 2019) se registraron condiciones neutras con tendencia descendente para el litoral, anomalías térmicas de -0,84 °C para setiembre y de -0,78 °C para octubre 2019. Asimismo, de acuerdo con la distribución de la Salinidad Superficial del Mar (SSM), las aguas costeras frías (acf) estuvieron presentes a lo largo de todo el litoral marítimo con una extensión mayor en la zona norte y sur (Fig. 1). Estas condiciones presentaron un escenario favorable para la distribución de la anchoveta adulta, la cual fue amplia y variable a lo largo de toda la costa, con mayor núcleo en la zona norte-centro (Mórrope y Huacho) y concentración menor frente a Callao y dispersa en la zona sur (San Juan de Marcona a Atico) (CASTILLO *et al.*, 2020). Además, se registró intensa actividad reproductiva del recurso (IMARPE, 2019), coincidiendo con la distribución y alta concentración de huevos, principalmente en la zona norte y centro del Perú (Fig. 3b).

SANTANDER (1987), AYÓN (2000) y AYÓN y BUITRÓN (2007) expusieron que el desove de la anchoveta es altamente variable, siendo

4. DISCUSSION

Following the 2018/19 El Niño-EN (October 2018 to February 2019) (ENFEN, 2019), neutral conditions with a downward pattern were observed along the coast, accompanied by thermal anomalies of -0.84 °C in September and -0.78 °C in October 2019. Concurrently, the Sea Surface Salinity (SSS) distribution indicated the presence of cold coastal waters (ccw) spanning the entire maritime coast, with a more extensive reach in the northern and southern regions (Fig. 1). These conditions provided a conducive environment for the adult *E. ringens* population, which showed a broad and fluctuating presence along the coast. The main concentration was observed in the north-central zone (Mórrope and Huacho), with a reduced presence off Callao and scattered distribution in the southern zone (San Juan de Marcona to Atico) (CASTILLO *et al.*, 2020). During this period, robust reproductive activity was noted among *E. ringens* stocks (IMARPE, 2019), aligning with the distribution and high concentration of its eggs, primarily in northern and central Peru (Fig. 3b).

As documented by SANTANDER (1987), AYÓN (2000), and AYÓN & BUITRÓN (2007) *E. ringens*

favorecido ante la presencia de acf. En las primaveras del 2015 y 2016, el desove de la anchoveta presentó distribución extendida hasta 70 mn, en donde estuvieron distribuidas también las acf (PINEDO & AYÓN, 2023; IMARPE², 2016). A pesar que la primavera del 2015 estuvo caracterizada por el evento (de gran magnitud) El Niño 2015-2016, este no tuvo impactos negativos significativos en la productividad y afloramientos a diferencia de otros eventos El Niño (ESPINOZA-MORRIBERÓN *et al.*, 2017). En cambio, en la primavera del 2017, el mayor desove se realizó en la zona costera (presencia de las acf hasta 40 mn), pero la extensión de la distribución de huevos estuvo hasta 80 mn en la zona norte y centro (IMARPE³ 2017). Y en la primavera 2018, se presentaron condiciones neutras a ligeramente cálidas; sin embargo, al igual que la primavera 2017 se encontró en aguas de mezcla debido a que hubo una ampliación en la distribución de los adultos generando mayor dispersión del desove (CASTILLO, DALLA, GARCÍA & MADUREIRA, 2018; CASTILLO *et al.*, 2020).

Otras especies de ictioplancton como *V. lucetia*, tuvieron abundancias entre 3 y 4.692 huevos.m⁻² y de 6 a 249 larvas. m⁻² distribuidas mayormente en la zona oceánica, debido a que estas especies están fuertemente relacionadas con la distancia a la plataforma y a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (ÑIQUEN & PEÑA, 2010; GARCÍA y ROBLES, 2000). En cuanto a los mictófidios, *D. laternatus* fue la especie más frecuente (32,7 %), sin embargo, no llegó a valores de años anteriores (54 % en el invierno-primavera 2015) (PINEDO & AYÓN, 2023) pero presentaron una distribución extensa a lo largo del litoral, con focos en la zona norte y sur (Fig. 5).

Respecto a biovolúmenes de zooplancton, en la primavera 2019 se observó que los parches de menores valores estuvieron espacialmente distribuidos en la misma área donde estuvieron las anchovetas adultas

spawning events are notably variable and are particularly favored by the occurrence of ccw. In the spring seasons of 2015 and 2016, the spawning of the resource extended up to 70 nm, coinciding with the distribution of ccw (PINEDO & AYÓN, 2023; IMARPE², 2016). Interestingly, even during the significant 2015/16 EN, unlike other EN episodes, this period did not adversely affect productivity and upwelling (ESPINOZA-MORRIBERÓN *et al.*, 2017). In contrast, spring 2017 witnessed major spawning activity within the coastal zone (ccw present up to 40 nm), with egg distribution extending up to 80 nm in the northern and central zones (IMARPE³ 2017). In spring 2018, despite neutral to slightly warm conditions, the waters remained mixed due to the expanded distribution of adult *Engraulis ringens*, resulting in greater spawning dispersion (CASTILLO, DALLA, GARCÍA & MADUREIRA, 2018; CASTILLO *et al.*, 2020).

Other ichthyoplankton species, such as *V. lucetia*, exhibited abundances ranging from 3 to 4,692 eggs.m⁻² and from 6 to 249 larvae. m⁻², primarily distributed in oceanic zones. These species demonstrated a strong correlation with the distance from the continental shelf and Surface Subtropical Waters (SSW) (ÑIQUEN & PEÑA, 2010; GARCÍA & ROBLES, 2000). *D. laternatus*, the most common myctophid species (32.7 %), although not reaching the values of previous years (54 % in winter-spring 2015) (PINEDO & AYÓN, 2023), displayed extensive distribution along the coast, concentrating in both the northern and southern zones (Fig. 5).

Regarding zooplankton biovolumes, spring 2019 exhibited lower values, spatially aligned with areas of higher adult *E. ringens* density (IMARPE, 2019). This pattern substantiates the predator-prey relationship between *Engraulis ringens* and zooplankton, resulting in decreased zooplankton concentration

2 IMARPE. 2016. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos. Crucero 1609-10. Informe interno.

3 IMARPE. 2017. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos. Crucero 1709-11. Informe Interno. 43 pps.

(IMARPE, 2019); esto es consistente con la relación depredador-presa que tiene la anchoveta sobre el zooplancton, lo que hace que haya disminución de la concentración de estos biovolúmenes donde hay mayores densidades del recurso (AYÓN, CRIALES-HERNANDEZ, SCHWAMBORN & HIRCHE, 2008).

Si bien es cierto que el eufáusido *E. mucronata* tiene sus mayores concentraciones asociadas a centros de afloramiento (ANTEZANA, 1970; ESCRIBANO *et al.*, 2000), en la primavera del 2019 tuvo una ligera mayor concentración en la zona sur (Fig. 6), coincidiendo con los vientos e índices de afloramiento de gran magnitud (IMARPE, 2019; 2020b). Por otro lado, se observó que *E. eximia* y *Nematoscelis* sp. mantuvieron distribución oceánica (por fuera de la plataforma); mientras que *E. lamelligera*, *N. simplex* y *N. flexipes* estuvieron relacionadas a latitudes mayores a 10°S más que a una masa de agua en particular (Figs. 1, 6, 7). Los estadios de furcilia y caliptopis de especies no determinadas tuvieron distribución similar, con la diferencia de mayor frecuencia de furcilia (75,96 %) que de caliptopis (54,4 %) a lo largo de todo el litoral (Fig. 8). En cambio, en el verano del 2020 las mayores densidades de ambos estadios larvales se limitaron a la zona norte (OROSCO, 2023 en este número), mientras que en la primavera de 2019 se presentaron de manera homogénea.

Las paralarvas de cefalópodos, *Argonauta* spp., fueron las especies más frecuentes (22 %) y abundantes (hasta 567 ind.m⁻²) en el área evaluada. Es así que presentaron distribución a lo largo de toda la costa, con grandes concentraciones desde Chicama hasta San Juan de Marcona, asociadas a la presencia de ASS y su proximidad a la plataforma continental (Fig. 1) (OROSCO, 2018, 2022a). Difiriendo con lo observado en los veranos de 2014, 2018 y 2020 (OROSCO, 2022b, 2023; CORREA & NAKAZAKI, 2019), donde las condiciones cálidas registradas favorecieron el acercamiento de las aguas oceánicas a las costas, por ende, mayor frecuencia y abundancia de estas especies (OROSCO, 2018, 2022a). Así mismo, se registró

in regions with higher *E. ringens* densities (AYÓN, CRIALES-HERNANDEZ, SCHWAMBORN & HIRCHE, 2008).

In spring 2019, the euphausiid species *E. mucronata*, known for its typical concentration in upwelling centers (ANTEZANA, 1970; ESCRIBANO *et al.*, 2000), displayed a slightly higher concentration in the southern zone (Fig. 6). This occurrence coincided with strong winds and significant upwelling indices (IMARPE, 2019; 2020b). On the contrary, *E. eximia* and *Nematoscelis* sp. maintained an oceanic distribution beyond the continental shelf. *E. lamelligera*, *N. simplex*, and *N. flexipes* were more associated with latitudes above 10°S than with a specific water mass (Figs. 1, 6, 7). The furcilia and calyptopis stages of undetermined species exhibited a similar distribution, with furcilia occurring more frequently (75.96 %) than calyptopis (54.4 %) along the entire coast (Fig. 8). Nonetheless, in the summer of 2020, the highest densities of both larval stages were confined to the northern zone (OROSCO, 2023 in this issue), whereas in spring 2019, they were more evenly distributed.

Cephalopod paralarvae, particularly *Argonauta* spp., constituted the predominant species (22 %) and exhibited high abundances (up to 567 ind.m⁻²) across the evaluated area. These paralarvae were distributed along the entire coast, with significant concentrations from Chicama to San Juan de Marcona, closely linked to the occurrence of SSW and their proximity to the continental shelf (Fig. 1) (OROSCO, 2018, 2022a). This pattern stood in contrast to observations made during the summers of 2014, 2018, and 2020 (OROSCO, 2022b, 2023; CORREA & NAKAZAKI, 2019), where warm conditions encouraged oceanic waters to approach the coastlines, resulting in a higher frequency and abundance of these species (OROSCO, 2018, 2022a). Similarly, *D. gigas* was solely observed in the southern zone, from San Juan de Marcona to Atico (Fig. 9). Spring serves as a crucial spawning sea-

la presencia de *D. gigas* solo en la zona sur (San Juan de Marcona a Atico) (Fig. 9); ya que la primavera es una de las principales estaciones de desove de esta especie (TAFUR, PEREA & BUITRÓN, 2018) y las hembras desovantes estuvieron concentradas en la zona sur, mientras que las inmaduras en la zona norte (IMARPE, 2020a). En el caso de *Japetella* sp. y la familia Gonatidae, solo se pudo observar su presencia en la zona sur al igual que *D. gigas*; sin embargo, no se pudo establecer patrones de distribución por que fueron pocos los individuos encontrados.

5. CONCLUSIONES

Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 3×10^{-3} y $10,8 \text{ mL.m}^{-3}$ con promedio de $0,54$ y mediana de $0,30 \text{ mL.m}^{-3}$, la mayor distribución estuvo desde Pimentel hasta Chancay, frente a Callao y desde bahía Independencia hasta Morro Sama.

Los huevos de anchoveta tuvieron abundancia relativa de 76,8 %, abundancias de hasta $171.524 \text{ huevos.m}^{-2}$ y distribución a lo largo de la plataforma continental desde Punta La Negra hasta Ilo; mientras que las larvas, presentaron abundancia relativa de 3,8 %, abundancia de hasta $3.845 \text{ larvas.m}^{-2}$ y distribución similar a la de los huevos, con mayor presencia en la zona norte-centro.

Después de la anchoveta, lo más frecuente en el ictioplancton fueron los huevos (36,2 %) y larvas (12,9 %) de *V. lucetia*, larvas de *D. laternatus* y huevos de *S. saurus* (12,9 %).

Se determinaron 5 géneros y 17 especies de eufáusidos, destacando juveniles de *Euphausia* sp. (39%) seguidos por adultos (26,1 %) y juveniles (25,44 %) de *E. mucronata*. Sin embargo, de este grupo, furcilia (75,9 %) y caliptopis (54,4 %) de especies no determinadas fueron los más frecuentes.

La especie más frecuente de paralarvas de cefalópodos fue *Argonauta* spp. (22 %); con una distribución relacionada a la presencia de ASS.

son for this species (TAFUR, PEREA & BUITRÓN, 2018) with spawning females concentrated in the southern zone and immature individuals located in the northern zone (IMARPE, 2020a). *Japetella* sp. and the family Gonatidae were also observed in the southern zone, alongside *D. gigas*. However, limited data prevented the establishment of definitive distribution patterns.

5. CONCLUSIONS

Zooplankton biovolumes exhibited a wide range, spanning from 3×10^{-3} to 10.8 mL.m^{-3} , averaging 0.54 mL.m^{-3} , with a median of 0.30 mL.m^{-3} . The primary distribution extended from Pimentel to Chancay, off Callao, and from Independencia Bay to Morro Sama.

E. ringens eggs dominated with a relative abundance of 76.8 %, reaching densities up to $171,524 \text{ eggs.m}^{-2}$. These eggs were distributed along the continental shelf from Punta La Negra to Ilo. The larvae, accounting for 3.8 % of the total, displayed densities up to $3,845 \text{ larvae.m}^{-2}$, exhibiting a similar distribution pattern to the eggs, with a higher presence in the north-central zone.

Following *E. ringens*, the most prevalent ichthyoplankton species included *V. lucetia* eggs (36.2 %) and larvae (12.9 %), along with *D. laternatus* larvae and *S. saurus* eggs (12.9 %).

In the euphausiid group, a total of 5 genera and 17 species were identified. Juvenile *Euphausia* sp. were the most frequent (39 %), followed by *E. mucronata* adults (26.1 %) and juveniles (25.44 %). Nevertheless, within this group, furcilia (75.9 %) and calyptopis (54.4 %) of undetermined species were most prevalent.

Among cephalopod paralarvae, *Argonauta* spp. stood out with a 22 % prevalence and their distribution was linked to the occurrence of SSW.

6. REFERENCIAS

- ANTEZANA, T. (1970). Eufáusidos de la costa de Chile. Su rol en la economía del mar. *Revista de Biología Marina*, 14(2), 19-27. <https://revbiolmar.uv.cl/escaneados/142-19.pdf>
- ANTEZANA, T. (1978). Distribution of euphausiids in the Chile-Perú Current with particular reference to the endemic *Euphausia mucronata* and the Oxygen Minimum Layer. [PhD Thesis] University of California, San Diego.
- AYÓN, P. (2000). El método de producción diaria de huevos en la estimación de la biomasa desovante del stock norte-centro de la anchoveta peruana. *Bol Inst Mar Perú*, 19(1-2), 7-14. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/990>
- AYÓN, P. & BUITRÓN, B. (2007). Biomasa desovante de anchoveta en la zona norte-centro del mar peruano (3°30' a 15°S) durante el invierno 2007. *Inf Inst Mar Perú*, 34(3), 193-196. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1954>
- AYÓN, P., CRIALES-HERNANDEZ, M. I., SCHWAMBORN, R. & HIRCHE, H.-J. (2008). Zooplankton research off Peru: A review. *Progress in Oceanography*, 79(2), 238-255. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.020>
- BODEN, B. P., JOHNSON, M. W. & BRINTON, E. (1955). The Euphausiacea (Crustacea) of the north Pacific. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, La Jolla*. 6(8): 282 - 394. <https://escholarship.org/uc/item/62h3k734>
- 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>
- CASTILLO, R., DALLA, L., GARCÍA, W. & MADUREIRA, L. (2019). Anchovy distribution off Peru in relation to abiotic parameters: A 32-year time series from 1985 to 2017. *Fisheries Oceanography*, 28(4), 389-401. <https://doi.org/10.1111/fog.12419>
- CASTILLO, R., LA CRUZ, L., CORNEJO, R., GRADOS, D., VALDEZ, C. & CHACÓN, G. (2020). Distribución y biomasa de recursos pelágicos neríticos y oceánicos en el ecosistema marino peruano obtenidos de los cruceros hidroacústicos en el 2019. *Bol Inst Mar Perú* 35(2), 213-241. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3499>
- CARRASCO, S. & LOZANO, O. (1989). Seasonal and long-term variations of zooplankton volumes in the Peruvian Sea 1964 - 1987. In: D. Pauly, D. Muck, J. Mendo, I. Tsukayama (Eds.), *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and Interactions*, pp. 82-85. ICLARM. [THE PERUVIAN UPELLING ECOSISTEM.pdf \(imarpe.gob.pe\)](https://www.ices.dk/publications/presentations/2010-Climat-Cange/B2/B2-6296-Niquen.pdf)
- CORREA, J. & NAKAZAKI, C. (2019). Volúmenes de zooplancton, distribución y abundancia de ictioplancton, eufáusidos y paralarvas, verano 2018. *Bol Inst Mar Perú*, 34(2), 456-472. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3393>
- 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. (2019). Estado de sistema de alerta: Alerta de El Niño. Comunicado Oficial ENFEN N° 01-2019. <http://enfen.gob.pe/download/comunicado-oficial-enfen-n-01-2019/>
- ESCRIBANO, R., MARIN, V. & IRRIBARREN, C. (2000). Distribution of *Euphausia mucronata* at the upwelling area of Peninsula Mejillones, northern Chile: the influence of the oxygen minimum layer. *Sci. Mar*, 64(1), 69-77. DOI:10.3989/scimar.2000.64n169
- ESPIÑOZA-MORRIBERÓN, D., LEDESMA, J., COLAS, F., ECHEVIN, V., ANCULLE, T. & TAM, J. (2017). Productividad en el Sistema de Afloramiento Peruano durante El Niño 2015-2016. *Inf Inst Perú*, 44(4), 460-466. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3227>
- GARCÍA, W. & ROBLES, C. (2000). Temperatura y salinidad del mar peruano durante la prospección del recurso *Vinciguerria lucetia*. BIC José Olaya Balandra 9910 del Callao a Chancay. *Inf Inst Mar Perú*, 156, 48-52. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1885>
- IMARPE. (2019). Situación del stock norte-centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) al 5 de noviembre de 2019 y perspectivas de explotación para la segunda temporada de pesca 2019. 25 pps. <http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/servicios/informes>
- IMARPE. (2020a). Crucero de Investigación del Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*). Cr. 1911-12 y perspectivas de pesca para el 2020. <https://www.gob.pe/institucion/imarpe/informes-publicaciones/1080654-informe-correspondiente-al-oficio-n-143-2020-imarpe-pe>
- IMARPE. (2020b). Anuario Científico Tecnológico IMARPE. 19, 137 pp. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3512>
- 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>
- MOSER, H. (1996). The early stages of fishes in the California Current Region. *California Cooperative Ocean Fisheries Investigations*, 73(3), Atlas Nro. 33, 1505.
- ÑIQUEN, M. & PEÑA, C. (2010). Response of dominant species in coastal and oceanic regions in Peru. International Symposium Climate change effects on fish and fisheries: forecasting impacts assessing. Apr. 26 - 29. Senday - Japan. <https://meetings.pices.int/publications/presentations/2010-Climat-Cange/B2/B2-6296-Niquen.pdf>
- O'DOR, R. K. & LIPINSKI, M. R. (1998). The genus *Illex* (Cephalopoda: Ommastrephidae): characteristics, distribution and fisheries. In: P. G. Rodhouse, E. G. Dawe & R. K. O'Dor (Eds.) *Squid recruitment dynamics. The genus Illex as a model. The commercial Illex species. Influences on variability*. FAO Fisheries Technical Paper 376. FAO. <https://www.fao.org/w9000e/w9000e00.htm>
- OROSCO, X. 2018. Paralarvae as part of macrozooplankton and their relationship with the variability of oceanographic conditions. Abstract. Pacific Transitional Areas Symposium. La Paz, BCS, México. ENFEN 2019 <https://www.ices.dk/events/symposia/zp6/ZPS%20%20Abst>

- OROSCO, X. (2022a). Annual variability (2013-2022) of the distribution and abundance of cephalopod paralarvae in the NHCS (Presentación Oral). In EBUS 2022 Conferences Program. Lima – Perú (September 19-23, 2022). 88pp. <https://www.ebus-lima2022.com/es/program/book-of-abstracts>
- OROSCO X. (2022b). Variación de paralarvas de cefalópodos asociadas a condiciones oceanográficas en la región norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Bol Inst Mar Perú*, 37(2), 256-270. <https://hdl.handle/20/500.12958/6582>
- OROSCO, X. (2023). Biovolúmenes de zooplancton, distribución y abundancia de ictioplancton, eufáusidos y paralarvas de cefalópodos, verano 2020. *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 284-302.
- PIERCE, G. J. & GUERRA, A. (1994). Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. *Fisheries Research* 21(1-2):255–285. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(94\)90108-2](https://doi.org/10.1016/0165-7836(94)90108-2)
- PINEDO, E & AYÓN, P. (2023). Ictioplancton, eufáusidos y biovolúmenes de zooplancton del mar peruano durante el invierno-primavera del 2015. *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 195-214.
- SANTANDER, H. (1987). Relationships between anchoveta egg standing stock of parent biomass off Peru, 4-14°S, p. 179-207. In D. Pauly and I. Tsukayama (eds.) *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change*. ICLARM Studies and Reviews 15, 351 p. Instituto del Mar del Peru (IMARPE), Callao, Peru; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. [THE PERUVIAN ANCHOVETA AND ITS UPWELLING ECOSYSTEM\(ICLARM\).pdf \(imarpe.gob.pe\)](https://www.imarpe.gob.pe)
- SANTANDER, H. & SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1969). El desove de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en los periodos reproductivos de 1961 a 1968. *Inf Esp Inst Mar Perú*, 40, 10 pp. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1587>
- 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>
- SWEENEY, M. J., ROPER, C. F. E., CLYDE F. E., MANGOLD, K. M., CLARKE, M. R. & BOLETZKY, S. V. (Eds.). (1992). Larval and juvenile cephalopods: a manual for their identification. *Smithson. Contributions to Zoology*, 513: 282 pp. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.513>
- TAFUR, R., PEREA, A. & BUITRÓN, B. (2018). Aspectos reproductivos del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) en el mar peruano. *Bol Inst Mar Perú*, 33(2), 119-136. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3250>
- 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>
- ZARAGOZA, N., QUETGLAS, A. & MORENO, A. (2015). Identification guide for cephalopod paralarvae from the Mediterranean Sea. *ICES Cooperative Research Report. RAP-PORT DES RECHERCHES COLLECTIVES*. 324, 91pp.