

BIOVOLÚMENES DE ZOOPLANCTON, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ICTIOPLANCTON, EUFÁUSIDOS Y PARALARVAS DE CEFALÓPODOS, VERANO 2022

ZOOPLANKTON BIOVOLUMES, ABUNDANCE AND DISTRIBUTION OF ICHTHYOPLANCTON, EUPHAUSIIDS, AND CEPHALOPOD PARALARVAE (SUMMER 2022)

Ximena Orosco¹

<https://doi.org/10.53554/boletin.v38i2.393>

RESUMEN

OROSCO, X. (2023). Biovolúmenes de zooplancton, abundancia y distribución de ictioplancton, eufáusidos y paralarvas de cefalópodos, verano 2022. *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 303-321.- En el verano 2022, los biovolúmenes de zooplancton variaron entre $6,02 \times 10^{-4}$ mL.m⁻³ y 7,23 mL.m⁻³, promedio 0,53 mL.m⁻³ y mediana 0,22 mL.m⁻³. El rango de menor biovolumen (0,01-0,2 mL.m⁻³) fue más frecuente (49,5 %) distribuido principalmente en la zona costera; los valores mayores a 1 mL.m⁻³ estuvieron en núcleos dispersos por fuera de la plataforma, frente a Punta Sal-Talara, Punta La Negra, Huarmey-Huacho, Callao, San Juan de Marcona y Atico. La especie de ictioplancton más frecuente fue *Engraulis ringens* "anchoveta", con huevos y larvas en 51,96 % y 41,67 % de las muestras, respectivamente. Las densidades de ictioplancton variaron entre 4.000 y 10.000 huevos.m⁻² encontrándose en la zona costera entre Chimbote y Huarmey; mientras que densidades >1.000 larvas.m⁻² fueron registradas entre Malabriga y Huarmey. Las larvas presentaron el rango de talla más frecuente y abundante entre 3 y 3,5 mm (2.472 larvas.m⁻²). La especie de eufáusido más frecuente fue *Euphausia mucronata*; los adultos (34,8 %) y juveniles (29,9 %) se distribuyeron por dentro y fuera de la plataforma desde Paita (norte) hasta Ilo (sur). Las furcilia (45,59 %) y calyptopis (36,27 %) de especies "no determinadas" fueron frecuentes en el recuento general, estando más concentradas dentro de la plataforma desde el norte de Talara hasta el sur de Punta La Negra y más dispersos por fuera de la plataforma en la zona centro – sur, desde Malabriga hasta el sur de Ilo. En cuanto a las paralarvas de cefalópodos, *Argonauta* spp. fueron las especies más frecuentes (11,27 %) con mediana de 3 ind.m⁻².

PALABRAS CLAVE: biovolúmenes, ictioplancton, eufáusidos, paralarvas, anchoveta

ABSTRACT

OROSCO, X. (2023). Zooplankton biovolumes, abundance and distribution of ichthyoplankton, euphausiids, and cephalopod paralarvae (summer 2022). *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 303-321.- Zooplankton biovolumes ranged from 6.02×10^{-4} and 7.23 mL.m⁻³, averaging 0.53 mL.m⁻³ with a median of 0.22 mL.m⁻³ during the summer of 2022. The lower biovolumes (0.01-0.2 mL.m⁻³) were more prevalent, accounting for 49.5 % of the samples, and were primarily concentrated along the coastal zone. Values exceeding 1 mL.m⁻³ were scattered outside the continental shelf, notably off Punta Sal-Talara, Punta La Negra, Huarmey-Huacho, Callao, San Juan de Marcona, and Atico. *Engraulis ringens* was the most frequently observed ichthyoplankton species, comprising 51.96 % of the samples for eggs and 41.67 % for larvae. Ichthyoplankton densities varied from 4,000 to 10,000 eggs.m⁻², predominantly in the coastal area between Chimbote and Huarmey. Densities surpassing 1,000 larvae.m⁻² were observed between Malabriga and Huarmey. Larvae were predominantly found in the size range of 3 to 3.5 mm (2,472 larvae.m⁻²). The prevalent euphausiid species was *Euphausia mucronata*, with adults (34.8 %) and juveniles (29.9 %) distributed both within and beyond the continental shelf, spanning from Paita (north) to Ilo (south). Furcilia (45.59 %) and calyptopis stages (36.27 %) of "undetermined" species were common in the overall count, with a higher concentration within the shelf from north of Talara to the south of Punta La Negra and a more dispersed presence beyond the shelf in the central-southern zone, from Malabriga to the south of Ilo. Concerning cephalopod paralarvae, *Argonauta* spp. were the most frequently encountered species (11.27 %), with a median count of 3 ind.m⁻².

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

1. INTRODUCCIÓN

La Comisión Multisectorial del ENFEN emitió un "Alerta de La Niña costera" el 15 de febrero 2022, debido a la persistencia de anomalías negativas de la temperatura

1. INTRODUCTION

On February 15, 2022, the Multisectoral Commission of ENFEN issued a 'coastal La Niña Alert' in response to persistently low sea surface temperatures (SST) dropping

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

superficial del mar (TSM) por debajo del umbral de -1,0 °C en la región Niño 1+2 en la zona norte y centro del mar peruano (ENFEN, 2022), área principal de desove de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*. El Instituto del Mar del Perú (IMARPE) ejecutó el Crucero Investigación en Recursos Pelágicos de febrero a abril 2022, en el que además de evaluar el stock existente de la anchoveta, también se evaluó la distribución y abundancia de sus primeros estadios de vida (huevos y larvas) y de otras especies de importancia ecológica y comercial, como las paralarvas de pota. Además, se determinó composición y abundancia del zooplancton, el que, junto con el fitoplancton, es un importante ítem alimentario de la anchoveta.

En el mar peruano, en el ensamblaje del zooplancton, los eupáusidos (macrozoplancton) son el grupo dominante y los que más aportan a los biovolúmenes en cada muestra recolectada. Por ello es importante alimentar la serie de tiempo y observar variaciones a meso y macroescala. Además, estos biovolúmenes pueden ser utilizados como medida del estado del ecosistema; y tener un enfoque más completo sobre el papel que cumple este grupo en la red trófica de especies de importancia comercial como la anchoveta y otros pequeños pelágicos.

El presente trabajo tiene como objetivo describir la composición, distribución, abundancia y frecuencia de eupáusidos, ictioplancton y paralarvas de cefalópodos; así como los biovolúmenes del zooplancton provenientes del Crucero Hidroacústico de Recursos Pelágicos, efectuado el verano 2022 desde Puerto Pizarro (3°4'S) hasta Morro Sama (18°2'S) a bordo del BIC Flores y L/P Andes 52. Los resultados son discutidos en el marco de las condiciones de La Niña que afectan a la ecología y dinámica espacial de estas especies.

below -1.0 °C in the Niño 1+2 region, a critical spawning area for *Engraulis ringens*, situated in the northern and central regions of the Peruvian sea (ENFEN, 2022). The *Instituto del Mar del Perú* (IMARPE) conducted the Pelagic Resources Research Cruise from February to April 2022. This research expedition aimed not only to assess the *E. ringens* stock but also to investigate the distribution and abundance of its early life stages, including eggs and larvae, as well as other ecologically and commercially significant species such as *Dosidicus gigas* paralarvae. Additionally, the study delved into the composition and abundance of zooplankton, a vital food source for *E. ringens*.

In the Peruvian sea, euphausiids, a type of macrozooplankton, play a dominant role in the zooplankton community, significantly influencing the collected sample biovolumes. Continuously monitoring this comprehensive dataset enables researchers to detect variations at both meso and macroscales. These biovolumes serve as crucial indicators of the ecosystem's health, offering valuable insights into the trophic interactions involving *E. ringens* and other small pelagic species.

This study aims to provide a comprehensive overview of the composition, distribution, abundance, and frequency of euphausiids, ichthyoplankton, and cephalopod paralarvae. It delves into zooplankton biovolumes collected during the Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise conducted in the summer of 2022, spanning from Puerto Pizarro (3°4'S) to Morro Sama (18°2'S) aboard the R/V Flores and L/P Andes 52. The findings are analyzed within the context of La Niña conditions, offering valuable insights into the ecology and spatial dynamics of these marine species.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de zooplancton provienen del Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 2202-03, a bordo del BIC Flores y L/P Andes 52, ejecutado desde el 24 de febrero hasta el 17 de marzo 2022. El muestreo se realizó desde 2 mn hasta 100 mn de distancia de la costa en transectos perpendiculares a la costa, en la zona comprendida desde 3°4'S hasta 18°2'S. Se obtuvieron 204 muestras de zooplancton, recolectadas con red Hensen de 300 micras de abertura de malla, con barco parado, mediante lances verticales desde 50 metros de profundidad hasta la superficie (Fig. 1). Las muestras de zooplancton fueron fijadas a bordo con formaldehído al 2 %.

2. MATERIAL AND METHODS

Zooplankton samples were meticulously collected during the Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03 aboard the R/V Flores and L/P Andes 52, spanning from February 24 to March 17, 2022. Our sampling efforts extended from 2 nm to 100 nm off the coast, along transects perpendicular to the shoreline, covering the vast area from 3°4'S to 18°2'S. Utilizing a Hensen net with a mesh opening of 300 microns, a total of 204 zooplankton samples were obtained. The net was deployed vertically from a depth of 50 m to the surface, all while the vessels remained stationary (Fig. 1). To preserve the integrity of the samples, they were promptly fixed on board using a 2 % formaldehyde solution.

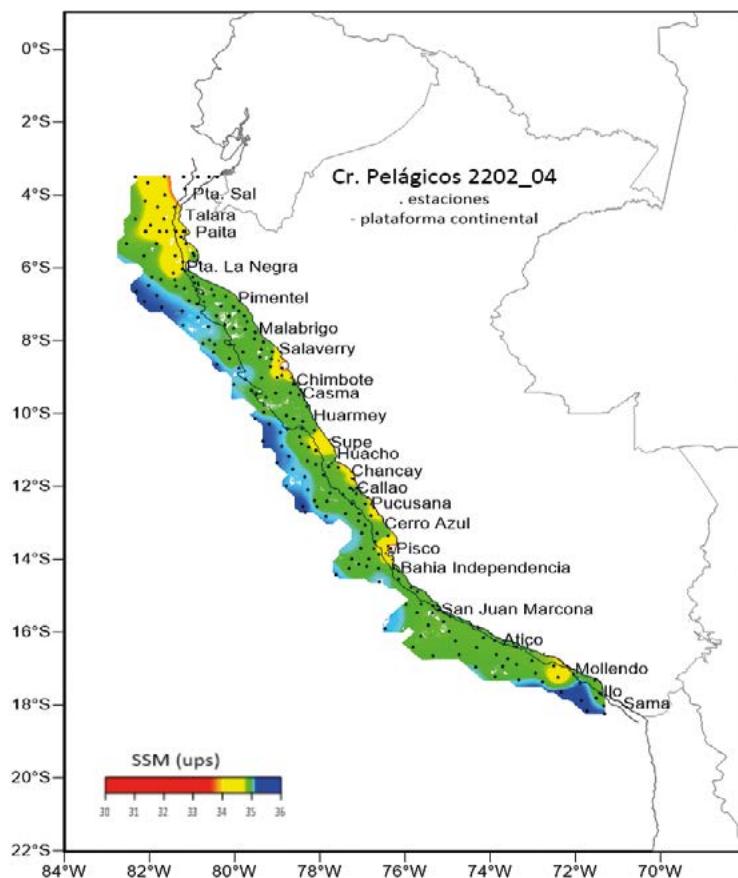


Figura 1.- Estaciones de muestreo de zooplancton con red Hensen y distribución de la salinidad en la superficie del mar. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2202-03. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 1. Zooplankton sampling stations using Hensen net and sea surface salinity distribution. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Zooplancton y Producción Secundaria-LZPS (IMARPE, Sede Central). Se obtuvieron biovolúmenes de zooplancton (expresados en mL.m^{-3}) mediante el método del desplazamiento (KRAMER, KALIN, STEVENS, THRAILKILL & ZWEIFEL, 1972), extrayéndose antes de las mediciones, los organismos gelatinosos, crustáceos de gran tamaño (mayor a 2 cm) y juveniles y/o adultos de peces. Asimismo, se realizó el análisis cuantitativo de ictioplancton, eupáusidos y paralarvas de cefalópodos; las abundancias fueron expresadas en ind.m^{-2} , las frecuencias (%) fueron determinadas como porcentaje de estaciones positivas del total de las estaciones de muestreo (204 estaciones). En el primer caso, para facilitar el conteo de organismos se utilizó el método del beaker (VAN GUELLEN, MARKLE & DUGGAN, 1982) para el fraccionamiento de las muestras. Para la determinación taxonómica, se consultó con bibliografía especializada de MOSER (1996), EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1663), SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO (1973) para ictioplancton; BODEN *et al.* (1955) y BRINTON (1962) para eupáusidos, finalmente SWEENEY *et al.* (1992) para las paralarvas de cefalópodos.

La tabulación de los datos fue trabajada en el programa Excel 365; los mapas de distribución y abundancias se realizaron en Surfer v.16 y los gráficos de barras en el programa R studio 4.2.0.

3. RESULTADOS

Biovolúmenes de zooplancton

Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre $6,02 \times 10^{-4}$ y $7,23 \text{ mL.m}^{-3}$, promedio de $0,53 \text{ mL.m}^{-3}$ y mediana de $0,22 \text{ mL.m}^{-3}$.

El rango de menor biovolumen ($0,01-0,2 \text{ mL.m}^{-3}$) alcanzó mayor frecuencia (49,5 %), seguido de los rangos entre $0,5$ y 1 mL.m^{-3} (19,1 %) y de $0,2$ a $0,5 \text{ mL.m}^{-3}$ (15,2 %), mientras que los demás rangos tuvieron frecuencias más bajas (Tabla 1).

Sample analysis was conducted at IMARPE's Zooplankton and Secondary Production Laboratory (Headquarters). To determine zooplankton biovolumes (expressed as mL.m^{-3}) the displacement method was employed (KRAMER, KALIN, STEVENS, THRAILKILL & ZWEIFEL, 1972). Prior to measurements, gelatinous organisms, large crustaceans (larger than 2 cm), and juvenile/adult fish were diligently removed to ensure accurate results. Quantitative analysis encompassing ichthyoplankton, euphausiids, and cephalopod paralarvae was carried out, with abundances expressed as ind.m^{-2} . Frequencies (%) were calculated as the percentage of positive stations out of the total sampling stations (204 stations). For ichthyoplankton, the beaker method (VAN GUELLEN, MARKLE & DUGGAN, 1982) was employed to facilitate precise organism counting. Taxonomic identification was conducted with reference to authoritative literature, including MOSER (1996), EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1663), SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO (1973) for ichthyoplankton; BODEN *et al.* (1955) and BRINTON (1962) for euphausiids, and SWEENEY *et al.* (1992) for cephalopod paralarvae.

Data tabulation was done using Excel 365. Distribution and abundance maps were created in Surfer v.16, and bar graphs were generated using R studio 4.2.0.

Tabla 1.- Frecuencia (%) de rangos de biovolúmenes de zooplancton (mL.m^{-3}). Crucero de Evaluación Hidroacústica de recursos Pelágicos 2202-03 a bordo del BIC Flores y L/P Andes 52

Table 1.- Frequency (%) of zooplankton biovolume ranges (mL.m^{-3}). Hydroacoustic assessment cruise of pelagic resources 2202-03 on board the BIC Flores and L/P Andes 52

Rango (mL.m^{-3})	Nro. estaciones	Frecuencia (%)
0,01-0,2	101	49,5
0,2-0,5	31	15,2
0,5-1	39	19,1
1-1,5	18	8,8
1,5-2	9	4,4,
2-2,5	1	0,5
2,5-6,5	4	2,0
>6,5	1	0,5
Total	204	100

El menor rango ($0,01\text{-}0,2 \text{ mL.m}^{-3}$) predominó en la zona costera de todo el litoral marítimo, desde el norte de Punta La Negra hasta Ilo y dentro y fuera de la plataforma continental, desde Pimentel hasta Chimbote. Los rangos de $0,5\text{ a }1 \text{ mL.m}^{-3}$ tuvieron marca-dada distribución desde el norte de Punta Sal por dentro de la plataforma, hasta el sur de Punta La Negra por fuera de la plataforma, y en las áreas más alejadas de costa desde el sur de Salaverry hasta Atico de forma continua, así como un núcleo pequeño frente a Ilo. Por último, los biovolúmenes mayores a 1 mL.m^{-3} estuvieron presentes en núcleos por fuera de la plataforma, frente a Punta Sal-Talara, Punta La Negra, Huarmey-Hua-chos, Callao, San Juan de Marcona y Atico (Fig. 2).

3. RESULTS

Zooplankton biovolumes

Zooplankton biovolumes in the summer of 2022 ranged from 6.02×10^{-4} to 7.23 mL.m^{-3} , averaging 0.53 mL.m^{-3} with a median of 0.22 mL.m^{-3} .

The range with the lowest biovolume ($0.01\text{-}0.2 \text{ mL.m}^{-3}$) occurred more frequently, accounting for 49.5 % of the samples. Ranges between 0.5 and 1 mL.m^{-3} made up 19.1 % of the samples, and those between 0.2 and 0.5 mL.m^{-3} constituted 15.2 %. The remaining ranges showed lower frequencies (Table 1).

The lower biovolume range ($0.01\text{-}0.2 \text{ mL.m}^{-3}$) dominated the coastal zone, stretching from

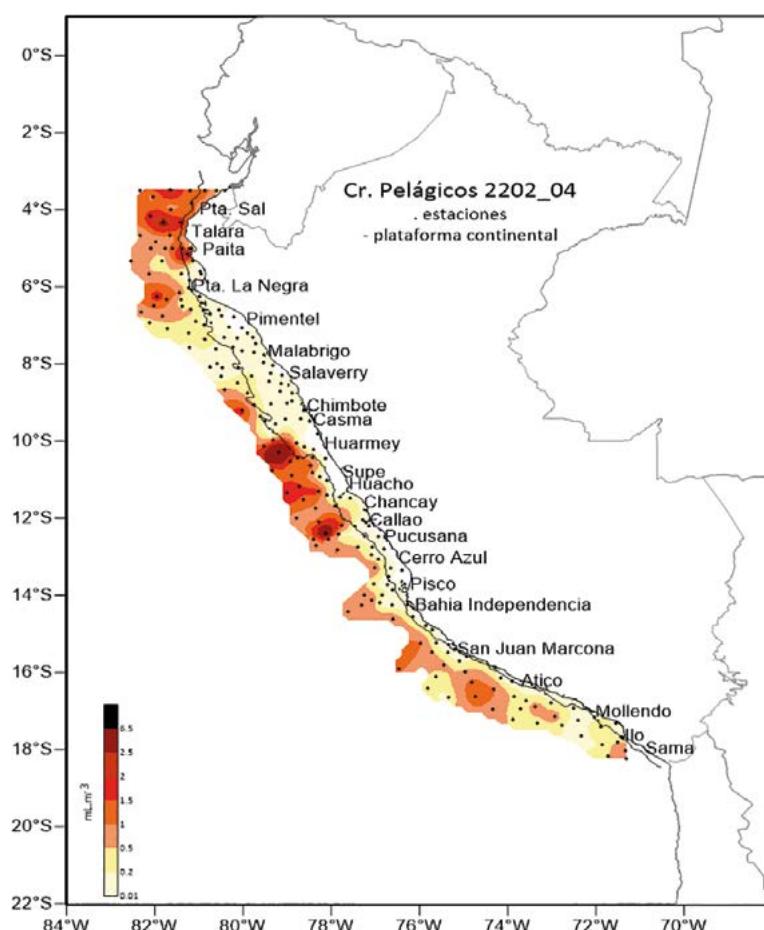


Figura 2.- Distribución de biovolúmenes de zooplancton (mL.m^{-3}). Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 2202-03. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 2. Zooplankton biovolumes distribution (mL.m^{-3}). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

Ictioplancton

El ictioplancton estuvo conformado por 44 familias, 75 géneros y 81 especies. La especie más frecuente fue *Engraulis ringens* "anchoveta" con huevos y larvas en el 48,21 % y 39,73 % de muestras evaluadas, seguida en frecuencia de larvas de *Diogenichthys laternatus* "pez linterna" (35,71 %), huevos No determinados (34,82 %); y huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia* "pez luminoso" en 22,77 % y 23,21 % de las muestras. En términos de abundancia relativa, los mayores valores fueron de huevos de *E. ringens* (59,065 %) con abundancia mediana de 84 huevos.m⁻², seguidos por los huevos de *V. lucetia* (16,3 %) con 63 huevos.m⁻² y larvas de *E. ringens* (14,9 %) con 27 larvas.m⁻² (Tabla 2, Anexo).

Engraulis ringens "anchoveta"

Se observó presencia continua (1 a 500 huevos.m⁻²) de huevos de anchoveta en la zona costera desde el norte de Talara hasta Malabriga y en pequeños núcleos en el borde de la plataforma desde Huacho hasta Ilo. Asimismo, se encontraron núcleos con mayores densidades (4.000 a 10.000 huevos.m⁻²) frente a Malabriga y entre Chimbote y Huarmey en la zona costera. Densidades entre 1.000 y 4.000 huevos.m⁻² con pequeños núcleos dispersos, fueron observadas frente a Paita, Huarmey, Callao, Pucusana, Paracas, bahía Independencia y Mollendo en la zona costera y frente a Malabriga en el quiebre de la plataforma (Fig. 3A).

Respecto a las larvas, hubo dos grandes zonas con distribución continua (1 a 100 larvas.m⁻²), al norte desde Punta Sal hasta Huarmey en el borde de la plataforma y al sur desde Huacho hasta Ilo por fuera de la plataforma. La distribución estuvo mayormente por fuera de la zona costera hasta las 100 mn. En la zona norte hubo núcleos más amplios, con densidades entre 100 y 500, 500 y 1.000 y >1.000 larvas.m⁻², sobre todo entre Malabriga y Huarmey; en la zona centro -sur las mayores densidades estuvieron frente a Callao y Paracas (Fig. 3B).

the north of Punta La Negra to Ilo. This range was observed both inside and outside the continental shelf, encompassing the area from Pimentel to Chimbote. Biovolumes between 0.5 and 1 mL.m⁻³ were predominantly distributed from the north of Punta Sal within the continental shelf, extending southward to the outer region of Punta La Negra. This distribution pattern continued consistently in more distant areas from the coast, covering the stretch from the south of Salaverry to Atico, with a concentrated core located off Ilo. Moreover, biovolumes exceeding 1 mL.m⁻³ were observed in cores located outside the continental shelf, off Punta Sal-Talara, Punta La Negra, Huarmey-Huacho, Callao, San Juan de Marcona, and Atico (Fig. 2).

Ichthyoplankton

The ichthyoplankton community surveyed comprised 44 families, 75 genera, and 81 distinct species. *Engraulis ringens* predominated, constituting 48.21 % of the evaluations, both in eggs and larvae. *Diogenichthys laternatus* accounted for 35.71 % of the findings, closely followed by undetermined eggs at 34.82 %. Additionally, eggs and larvae of *Vinciguerria lucetia* occurred in 22.77% and 23.21 % of the samples, respectively. In terms of relative abundance, *E. ringens* eggs were the most prevalent, constituting 59.07 % of the samples, with a median density of 84 eggs.m⁻². This was trailed by *V. lucetia* eggs at 16.3 %, equivalent to 63 eggs.m⁻² and *E. ringens* larvae at 14.9 %, numbering 27 larvae.m⁻² (Table 2, Annex).

Engraulis ringens

The resource's eggs exhibited a continuous distribution, ranging from 1 to 500 eggs.m⁻², in the coastal zone extending from the north of Talara to Malabriga, with isolated clusters observed along the platform edge from Huacho to Ilo. Furthermore, substantial clusters with higher densities (4,000 to 10,000 eggs.m⁻²) were identified off Malabriga and between Chimbote and Huarmey in the coastal region. Densities, ranging from 1,000 to 4,000 eggs.m⁻² and forming scattered small clusters, were recorded off Paita, Huarmey, Callao, Pucusana,

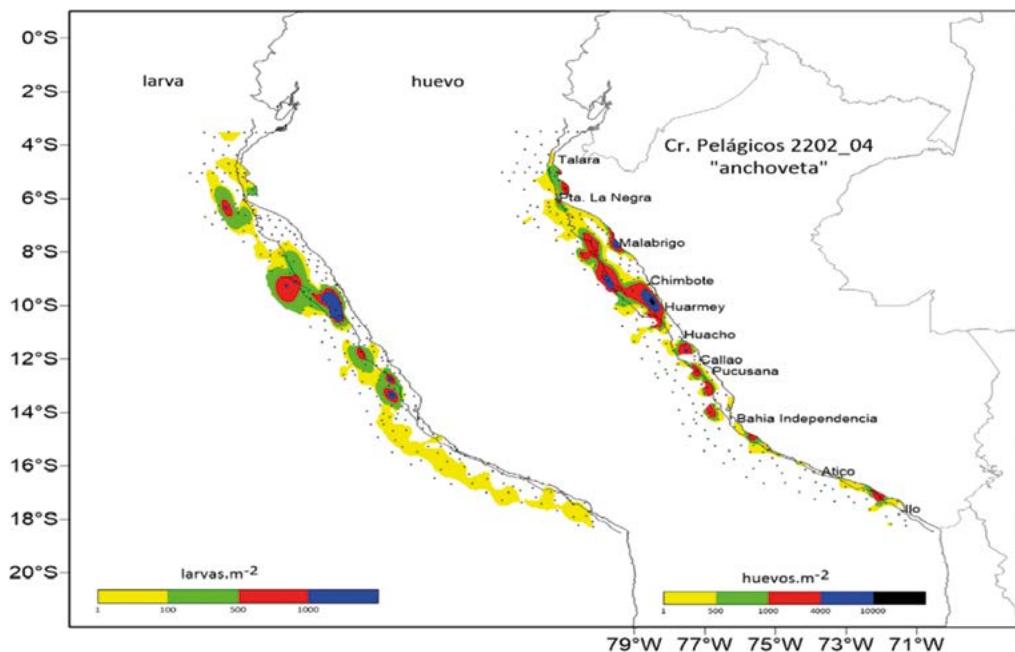


Figura 3.- Abundancia de A) larvas (larvas.m^{-2}), B) huevos (huevos.m^{-2}) de *E. ringens* "anchoveta". Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204 a bordo de BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 3. Abundance of *E. ringens* A) larvae (larvae.m^{-2}), B) eggs (eggs.m^{-2}). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

En cuanto a la estructura de tallas de las larvas de anchoveta, se observó tallas desde 1,5 mm hasta 24 mm de longitud total. Los rangos de tallas más frecuentes estuvieron entre 3 – 3,5 mm (2.490 larvas. m^{-2}), seguido de 2 – 2,5mm (2.196 larvas. m^{-2}) y 2,5 – 3 mm (2.169 larvas. m^{-2}) (Tabla 3). Sin embargo, existió presencia de larvas de mayor tamaño en menor cantidad (Fig. 4).

Tabla 3.- Rango de tallas de longitud total de larvas de *E. ringens* "anchoveta", Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204. BIC Flores y L/P Andes 52

Table 3. Size range of total length of *E. ringens* "anchoveta" larvae, Pelagic Hydroacoustic Resource Assessment Cruise 2204. BIC Flores and L/P Andes 52

Rango	larvas. m^{-2}	Rango	larvas. m^{-2}	Rango	larvas. m^{-2}
1,5-2,0	51	9,5-10	51	17,5-18	-
2-2,5	2196	10-10,5	54	18-18,5	3
2,5-3	2169	10,5-11	45	18,5-19	3
3-3,5	2490	11-11,5	36	19-19,5	3
3,5-4	1416	11,5-12	24	19,5-20	3
4-4,5	789	12-12,5	9	20-20,5	3
4,5-5	429	12,5-13	24	20,5-21	-
5-5,5	336	13-13,5	12	21-21,5	-
5,5-6	222	13,5-14	6	21,5-22	-
6-6,5	465	14-14,5	3	22-22,5	-
6,5-7	141	14,5-15	3	22,5-23	-
7-7,5	210	15-15,5	12	23-23,5	-
7,5-8	165	15,5-16	3	23,5-24	-
8-8,5	111	16-16,5	12	24-24,5	3
8,5-9	72	16,5-17	3	roto	900
9-9,5	84	17-17,5	6		

Paracas, Independencia Bay, and Mollendo along the coast. Similar distribution patterns were noted off Malabriga at the shelf break (Fig. 3A).

Larvae distribution was widespread, encompassing two significant areas with a continuous presence ranging from 1 to 100 larvae. m^{-2} . The first area extended from Punta Sal to Huarmey, skirting the continental shelf's edge in the north, while the second area stretched from Huacho to Ilo, extending beyond the shelf in the south. Larval distribution predominantly occurred outside the coastal zone, reaching distances of up to 100 nm. In the northern region, broader clusters were observed, with varying densities from 100 to 500, 500 to 1,000, and >1,000 larvae. m^{-2} , especially between Malabriga and Huarmey. In the central-southern area, the highest larval densities were recorded off Callao and Paracas (Fig. 3B).

In terms of size distribution, *E. ringens* larvae exhibited lengths ranging from 1.5 mm to 24 mm. The most common size categories were between 3 – 3.5 mm, accounting for 2,490 larvae. m^{-2} , closely followed by

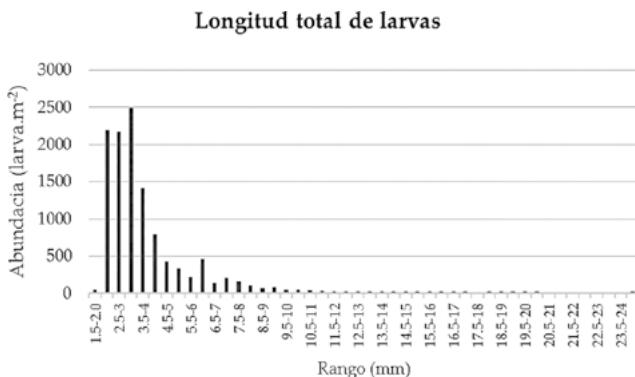


Figura 4.- Histograma de estructura de rango de tallas de *E. ringens* "anchoveta". Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 4. Histogram of *E. ringens* size range structure. Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

Vinciguerria lucetia "pez luminoso"

Los huevos y larvas tuvieron distribución similar con respecto a la distancia a costa, donde las densidades menores de 100 huevos y larvas.m⁻² estuvieron por fuera de la plataforma, en núcleos frente a Talara y el sur de Punta La Negra, y de manera relativamente continua desde Huarmey hasta Ilo. Asimismo, se observaron núcleos entre 500 y 1000 huevos.m⁻² frente al norte de Talara, isla Lobos de Tierra, Pucusana, San Juan de Marcona y frente a la zona costera de Atico (Fig. 5B). En cuanto a las larvas, la zona con mayor densidad estuvo en el centro, frente a la zona oceánica entre Huarmey y Pisco (Fig. 5A).

2 – 2.5 mm with 2,196 larvae.m⁻², and 2.5 – 3 mm with 2,169 larvae.m⁻² (Table 3). Although larger larvae were present, their occurrence was comparatively less frequent (Fig. 4).

Vinciguerria lucetia

The distribution of both *V. lucetia* eggs and larvae exhibited a consistent pattern concerning their distance from the coast. Densities below 100 eggs and larvae.m⁻² were predominantly found outside the continental shelf, forming clusters off Talara and the southern region of Punta La Negra. This pattern persisted relatively consistently from Huarmey to Ilo. Additionally, noticeable clusters ranging from 500 to 1000 eggs.m⁻² were identified off the northern coast of Talara, Lobos de Tierra Island, Pucusana, San Juan de Marcona, and the coastal area of Atico (Fig. 5B). In terms of larvae, the highest density zone was located in the central region, specifically off the oceanic area between Huarmey and Pisco (Fig. 5A).

Other species

In our observations, we found that the Myctophidae species, *Diogenichthys laternatus*, was present along the entire coastline, spanning

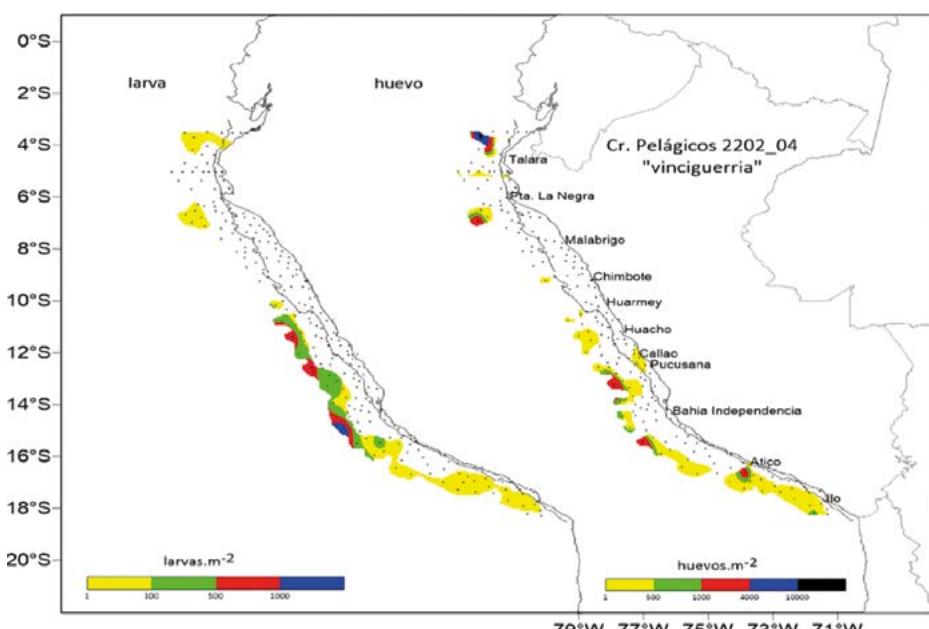


Figura 5.- Abundancia de A) larvas (larvas.m⁻²), B) huevos (huevos.m⁻²) de *V. lucetia* "pez luminoso". Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204 a bordo de BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 5. Abundance of *V. lucetia* A) larvae (larvae.m⁻²), B) eggs (eggs.m⁻²). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

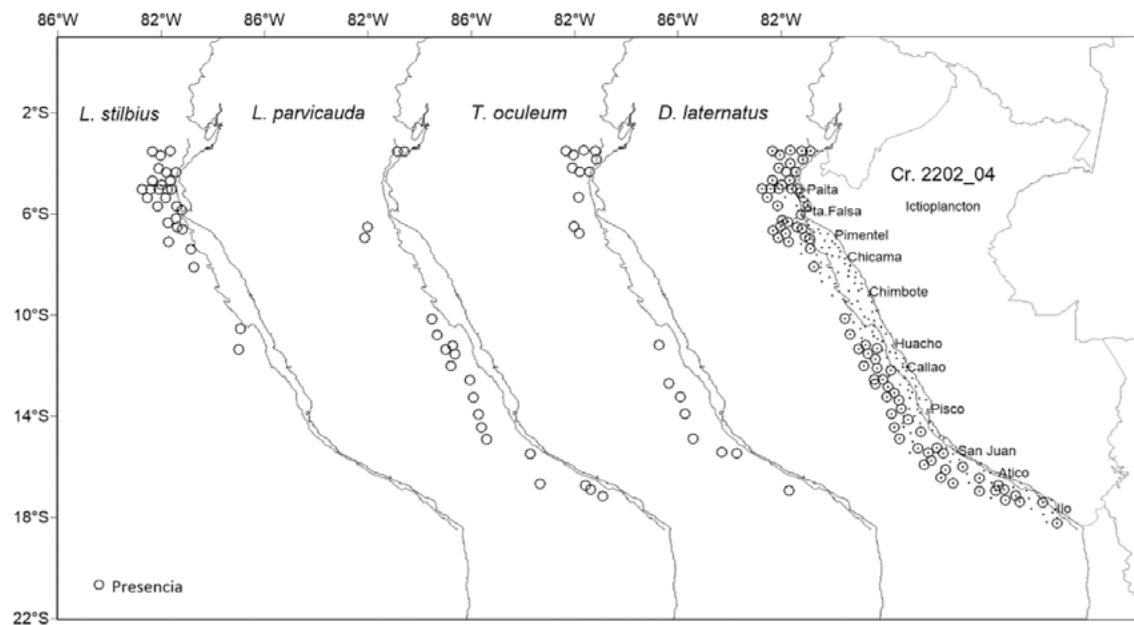


Figura 6.- Presencia de larvas de ictioplancton (larvas.m^{-2}). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 6. Occurrence of ichthyoplankton larvae (larvae.m^{-2}). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

Otras especies

En cuanto a la distribución de las especies más frecuentes y abundantes pudimos observar que el Myctophidae *D. laternatus*, estuvo a lo largo de todo el litoral desde el norte de Talara hasta el sur de Ilo y por dentro de la plataforma en el norte y por fuera de la plataforma en el sur, presentándose más concentrado en el norte y más disperso en el sur. Los Myctophidae *Lampanyctus parvicauda* y *Triphoturus oculatum* fueron menos frecuentes y estuvieron más dispersos desde Talara hasta el norte de Ilo. En tanto, el Bathylagidae *Leuroglossus stilbius* se presentó solo en la zona centro-norte (Talara- Chimbote) (Fig. 6).

Eufáusidos

Se determinaron 6 géneros y 18 especies de eufáusidos. Los grupos más frecuentes fueron los adultos de *Euphausia mucronata* (33,9 %), seguido de sus juveniles (29,9 %), juveniles de *Euphausia* sp. (32,14 %) y furcilia de *Stylocheiron* sp. (23,21 %). Sin embargo, las furcilia (46,5 %) y caliptopis (37 %) de especies No determinadas fueron las más frecuentes en el recuento general. Asimismo, las mayores abundancias medianas, fueron de adultos de *E. mucronata* (183 ind. m^{-2}),

from the north of Talara to the south of Ilo. This species was located inside the continental shelf in the northern regions and outside the shelf in the southern areas, exhibiting a more concentrated presence in the north and a scattered distribution in the south. The Myctophidae species *Lampanyctus parvicauda* and *Triphoturus oculatum* were less common and displayed a more dispersed distribution, ranging from Talara to the north of Ilo. The Bathylagidae species *Leuroglossus stilbius* was exclusively found in the central-northern zone, specifically between Talara and Chimbote (Fig. 6).

Euphausiids

A total of 6 genera and 18 species of euphausiids were identified in the study. Among these, the most prevalent were the adults of *Euphausia mucronata* (33.9 %), closely followed by its juveniles (29.9 %) and the juveniles of *Euphausia* sp. (32.14 %). Additionally, furciliae of *Stylocheiron* sp. accounted for 23.21 % of the observed specimens. However, the most frequently observed individuals were the furciliae (46.5%) and calyptopsis (37%) of undetermined species. Regarding abundance, the highest medians were recorded for adults of *E. mucronata* (183 ind. m^{-2}),

seguidos en menor medida por los juveniles de especies No determinadas (81 ind.m^{-2}); nauplios ($46,5 \text{ ind.m}^{-2}$), furciliae (45 ind.m^{-2}) y juveniles de *E. distinguenda*. (42 ind.m^{-2}) (Tabla 4, Anexo).

La distribución espacial del género *Euphausia* estuvo de acuerdo a cada especie. Los adultos y juveniles de *E. mucronata*, estuvieron distribuidos por dentro y fuera de la plataforma desde Paita hasta Ilo; del mismo modo los adultos y juveniles de *E. eximia* y *E. distinguenda* estuvieron en todo el litoral peruano por fuera de la plataforma y de manera más dispersa, con mayor presencia desde Talara hasta Callao y en la zona sur frente a Ilo. En la zona norte, entre Talara y Pimentel se encontraron por fuera de la plataforma los adultos y juveniles de *E. tenera* y *E. lamelligera*. Los juveniles de *Euphausia* sp. estuvieron por fuera de la plataforma a lo largo del litoral peruano (Fig. 7).

En cuanto a otras especies de eufáusidos, *Stylocheiron* sp. (juveniles y furciliae) y *S. affine* (juveniles y adultos) presentaron mayor distribución, encontrándose desde Talara hasta Atico. Asimismo, *S. suhmi* (juveniles y adultos) tuvieron presencia en diferentes puntos a lo largo del litoral, pero no con la misma frecuencia de las especies anteriormente descritas. En contraste, juveniles y adultos de *N. flexipes*, *Nematoscelis* sp. y *S. elongatum* se encontraron exclusivamente al norte por fuera de la plataforma, desde Talara hasta Chimbote. Del mismo modo, *N. simplex* estuvo restringido al norte desde Talara hasta Pta. Falsa pero dentro y en el quiebre de la plataforma (Fig. 8).

Los estadios larvales (furciliaes y calyptopis) de las especies No determinadas, tuvieron distribución similar. Se encontraron con mayor frecuencia por dentro de la plataforma desde el norte de Talara hasta el sur de Pta. La Negra, mientras que fueron más dispersas y por fuera de la plataforma al centro – sur, desde Malabriga hasta el sur de Ilo. De igual manera, se encontraron en su mayoría entre los rangos de 1-100 y de 100 a 500 ind.m^{-2} (Fig. 9).

followed by juveniles of undetermined species (81 ind.m^{-2}), nauplii (46.5 ind.m^{-2}), furciliae (45 ind.m^{-2}), and juveniles of *E. distinguenda*. (42 ind.m^{-2}) (Table 4, Annex).

The spatial distribution of the genus *Euphausia* exhibited distinct patterns for each species. Adults and juveniles of *E. mucronata* were identified both inside and outside the continental shelf, spanning from Paita to Ilo. Similarly, adults and juveniles of *E. eximia* and *E. distinguenda* were prevalent along the entire Peruvian coast, especially outside the shelf, with a more scattered presence observed, particularly from Talara to Callao and in the southern region near Ilo. In the northern zone, between Talara and Pimentel, adults and juveniles of *E. tenera* and *E. lamelligera* were observed outside the shelf. Juveniles of *Euphausia* sp. were predominantly located outside the shelf across the entire Peruvian coastline (Fig. 7).

Amongst other euphausiid species, *Stylocheiron* sp. (juveniles and furciliae), as well as *S. affine* (juveniles and adults), displayed a wide distribution, spanning from Talara to Atico. Similarly, *S. suhmi* (juveniles and adults) occurred at various points along the coastline, although not as consistently as the previously mentioned species. In contrast, juveniles and adults of *N. flexipes*, *Nematoscelis* sp., and *S. elongatum* were exclusively found in the northern region beyond the continental shelf, stretching from Talara to Chimbote. Additionally, *N. simplex* was restricted to the northern area, ranging from Talara to Punta Falsa, both inside and at the break of the continental shelf (Fig. 8).

The larval stages (furciliae and calyptosis) of the undetermined species exhibited a consistent distribution pattern. They were predominantly concentrated within the continental shelf, stretching from the northern region of Talara to the southern area of Punta La Negra. However, their presence became sporadic and extended beyond the shelf in the central to southern regions, ranging from Malabriga down to the southernmost point of Ilo. These larval forms were most frequently found within the density ranges of 1-100 and 100-500 ind.m^{-2} (Fig. 9).

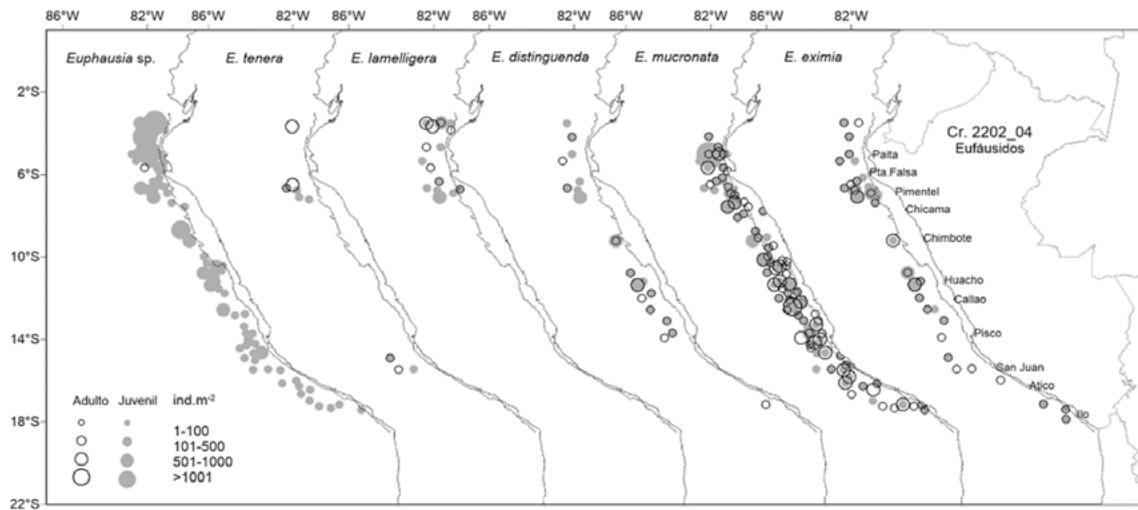


Figura 7.- Abundancia de especies del género *Euphausia* (juveniles y adultos) (individuos.m⁻²). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 7. Abundance of species belonging to the genus *Euphausia* (juveniles and adults) (individuals.m⁻²). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

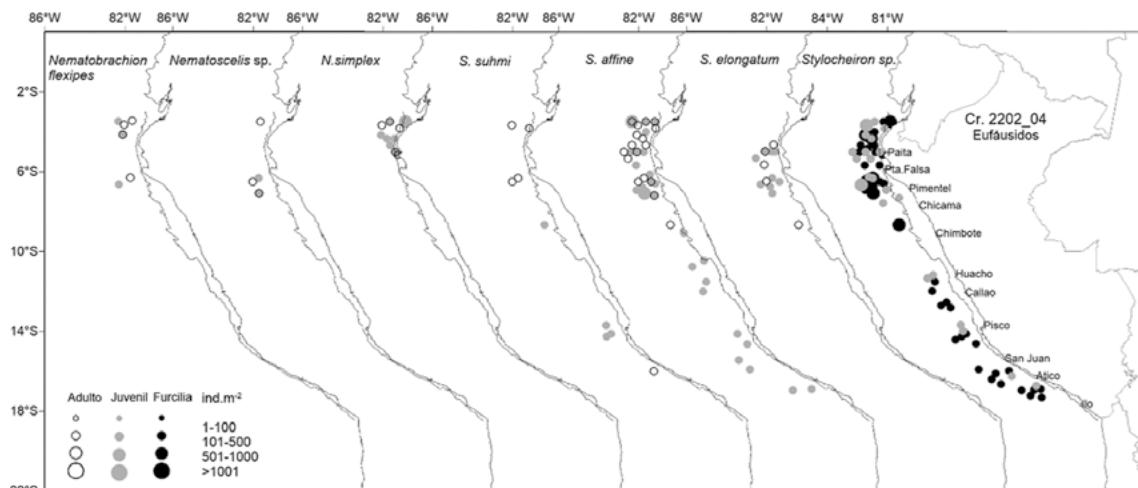


Figura 8.- Abundancia de eufáusidos (juveniles y adultos) (individuos.m⁻²). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 8. Abundance of euphausiids (juveniles and adults) (individuals.m⁻²). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

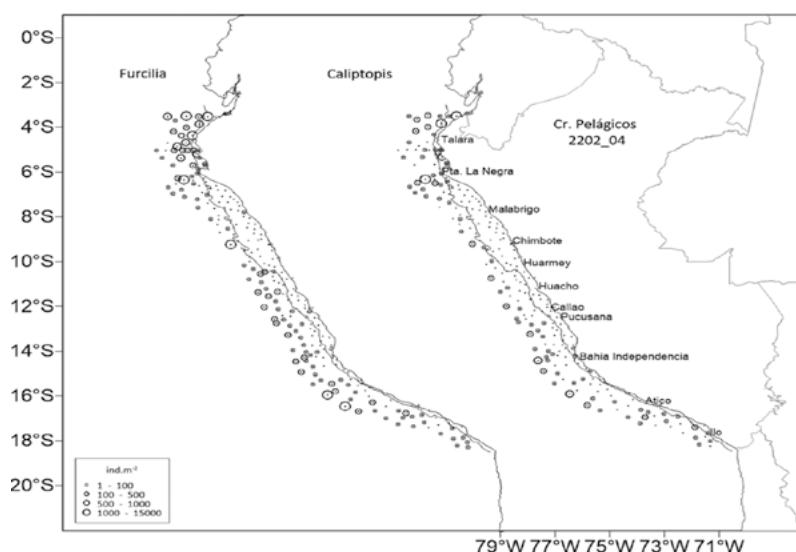


Figura 9.- Abundancia de estadios larvales A) furciliaciones y B) calyptopis de especies No determinadas de eufáusidos (individuos.m⁻²). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 9.- Abundance of larval stages A) furciliations and B) calyptopis of Undetermined species of euphausiids (individuals.m⁻²). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

Paralarvas decefalópodos

Se determinaron 11 familias y 12 especies de paralarvas decefalópodos. *Argonauta* spp. fue el taxón más frecuente (12,9 %) y las demás especies estuvieron por debajo del 3 %. *Abraaliopsis* sp. fue la especie con mayor abundancia mediana (5 ind.m⁻²), mientras que todas las demás especies tuvieron como abundancia mediana 3 ind.m⁻² (Tabla 5).

Cephalopod paralarvae

The study identified 11 families and 12 species of cephalopod paralarvae. *Argonauta* spp. emerged as the predominant taxon, constituting 12.9 % of the total findings. All other species accounted for less than 3 % each. Particularly noteworthy was *Abraaliopsis* sp., displaying the highest median abundance at 5 ind.m⁻², while the remaining species exhibited a median abundance of 3 ind.m⁻² (Table 5).

Tabla 5.- Composición, frecuencias y abundancias (ind.m⁻²) de paralarvas decefalópodos, Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2202-03. BIC Flores y L/P Andes 52

Table 5.- Composition, frequencies and abundances (ind.m⁻²) of cephalopod paralarvae, Hydroacoustic Evaluation of Pelagic Resources Cruise 2202-03. BIC Flores and L/P Andes 52

Especie	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Abundancia mínima (ind.m ⁻²)	Abundancia máxima (ind.m ⁻²)	Abundancia mediana (ind.m ⁻²)	Abundancia relativa (%)
<i>Japetella</i> sp.	5	2,2	3	3	3	6,67
<i>Ancistrocheirus</i> sp.	1	0,4	3	3	3	1,33
<i>Ctenopteryx sicula</i>	2	0,9	3	3	3	2,67
<i>Liocranchia reinhardii</i>	1	0,4	3	3	3	1,33
No determinado	1	0,4	3	3	3	1,33
<i>Abraaliopsis</i> sp.	2	0,9	3	6	5	4,00
No determinado	2	0,9	3	3	3	2,67
No determinado	2	0,9	3	3	3	2,67
No determinado	1	0,4	3	3	3	1,33
No determinado	5	2,2	3	6	3	8,00
<i>Argonauta</i> spp	29	12,9	3	15	3	66,66
No determinado	1	0,4	3	3	3	1,33
TOTAL	224				100	

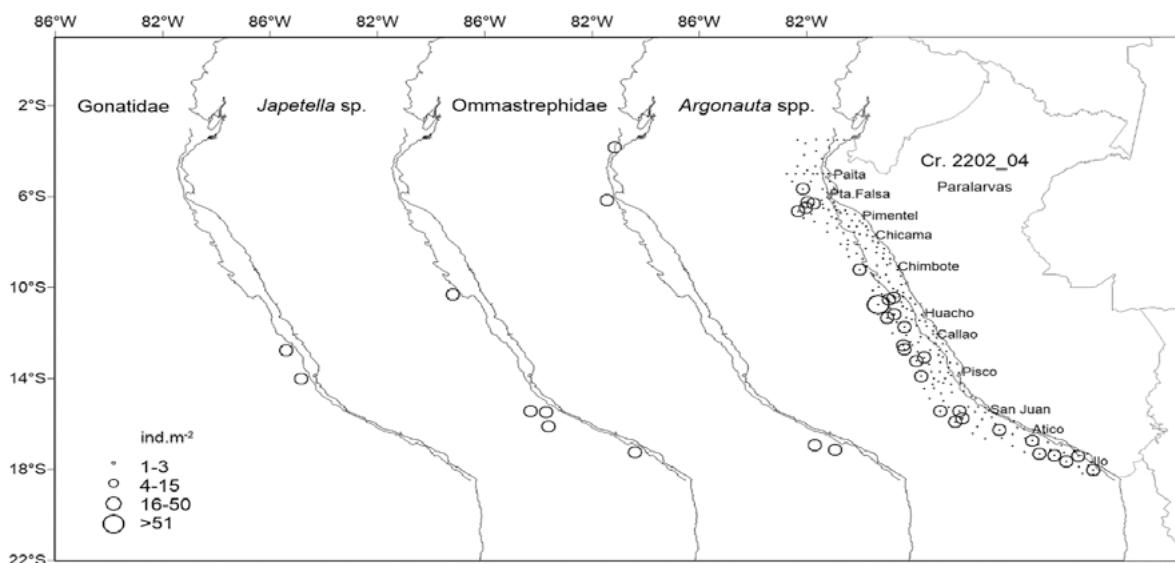


Figura 10.- Abundancia de paralarvas decefalópodos (individuos.m⁻²). Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2204. BIC Flores y L/P Andes 52

Figure 10. Abundance of cephalopod paralarvae (individuals.m⁻²). Hydroacoustic Pelagic Resources Cruise 2202-03. R/V Flores and L/P Andes 52

En cuanto a la distribución espacial de las paralarvas, *Argonauta* spp. estuvo por fuera de la plataforma continental a lo largo del litoral, concentrado en 3 zonas: frente a Punta Falsa (norte), desde Chimbote hasta Pisco (centro) y desde San Juan hasta Ilo (sur). Las familias Gonatidae y Ommastrephidae estuvieron en 2 zonas (norte y sur); la primera por fuera de la plataforma en el norte (frente a Talara) y la segunda por encima de la misma, y en el sur ambos por fuera de la plataforma frente a Pisco y Atico respectivamente. *Japetella* sp. solo se encontró por fuera de la plataforma desde Chimbote hasta Atico (Fig. 10).

4. DISCUSIÓN

Las condiciones oceanográficas durante el verano 2022 fueron de La Niña costera, debido a la persistencia de anomalías negativas en la TSM por debajo del umbral -1,0 °C en la región El Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano (ENFEN, 2022). Estas condiciones oceanográficas tuvieron impacto directo en los biovolúmenes de zooplancton para el verano 2022. Es así que los biovolúmenes $<0,2 \text{ mL.m}^{-3}$ estuvieron en toda la zona costera (por dentro de la plataforma) donde también estuvieron las anchovetas adultas (aguas costeras frías - acf), y los mayores valores ($>1 \text{ mL.m}^{-3}$) se presentaron en la zona oceánica debido a que la anchoveta ejerce una presión de forrajero sobre el zooplancton (AYÓN, CRIALES-HERNANDEZ, SCHWAMBORN & HIRCHE, 2008a). En contraste con el verano 2019, cuando las condiciones oceanográficas fueron normales a ligeramente cálidas, se observó que los valores $>0,5 \text{ mL.m}^{-3}$ estuvieron muy replegados a la zona costera extendiéndose hasta la zona oceánica de manera homogénea en toda el área muestreada (PINEDO & AYÓN, 2023). Comparativamente, el verano 2022 exhibió una distribución de biovolúmenes similar a la de los veranos de la década de los 60's (AYÓN, SWARTZMAN, BERTRAND, GUTIÉRREZ & BERTRAND, 2008b).

Regarding their spatial distribution, *Argonauta* spp. were predominantly found beyond the continental shelf, concentrating in three specific regions: off Punta Falsa in the northern area, spanning from Chimbote to Pisco in the central region, and from San Juan to Ilo in the southern region. The families Gonatidae and Ommastrephidae exhibited presence in two distinct zones, both in the northern and southern regions. In the north, Gonatidae were situated beyond the platform off Talara, while Ommastrephidae were located above the continental shelf. In the southern region, both families were found beyond the shelf, off Pisco and Atico, respectively. *Japetella* sp. was exclusively identified outside the continental shelf from Chimbote to Atico (Fig. 10).

4. DISCUSSION

In the summer of 2022, oceanographic conditions were influenced by coastal La Niña, marked by persistent negative anomalies in sea surface temperature (SST) below -1.0 °C in the El Niño 1+2 region, spanning the northern and central zones of the Peruvian sea (ENFEN, 2022). These oceanographic conditions significantly impacted zooplankton biovolumes. Biovolumes $<0.2 \text{ mL.m}^{-3}$ were prevalent along the entire coastal area within the shelf, where adult *Engraulis ringens*, known to favor cold coastal waters (ccw), were also observed. Conversely, higher values ($>1 \text{ mL.m}^{-3}$) were observed in the oceanic zone due to the predatory pressure exerted by *E. ringens* on zooplankton (AYÓN, CRIALES-HERNANDEZ, SCHWAMBORN & HIRCHE, 2008a). Unlike the summer of 2019, characterized by normal to slightly warm oceanographic conditions, values $>0.5 \text{ mL.m}^{-3}$ were mainly confined to the coastal zone, extending uniformly into the oceanic zone across the sampled area (PINEDO & AYÓN, 2023). In comparison, the biovolume distribution observed in the summer of 2022 closely resembled that of the 1960s (AYÓN, SWARTZMAN, BERTRAND, GUTIÉRREZ & BERTRAND, 2008b).

En cuanto a la distribución de huevos de anchoveta, en el verano 2016 (evento El Niño 2015-2016) y verano 2019 (condiciones cálidas a normales) el desove estuvo restringido a la franja costera (dentro de las 30 mn) (PINEDO, 2022; PINEDO & AYÓN, 2023). En el verano 2018, predominaron condiciones frías en el mar peruano (ENFEN, 2018) y los huevos estuvieron distribuidos hasta 80 mn en la zona norte y centro (QUESQUÉN & AYÓN, 2023). En el verano 2020, de condiciones neutras, el desove estuvo distribuido desde la zona costera hasta el quiebre de la plataforma continental (OROSCO, 2023b). En cuanto a distribución de larvas, también se observó cambio en el patrón de distribución en los veranos, pero manteniéndose más disperso hacia aguas oceánicas que los huevos, por efectos de dispersión y transporte que afecta a este estadio (ROY, CURY & KIFANI, 1992). Así mismo, se observó alta frecuencia (%) de larvas pequeñas (longitud total entre 2,5 y 3 mm) (PINEDO, 2022; QUESQUÉN & AYÓN, 2023) posiblemente a consecuencia de desoves recientes, ya que el verano es la segunda época más importante del desove de la anchoveta (PEREA, PEÑA, OLIVEROS-RAMOS, BUITRÓN & MORI, 2011).

Con relación a los eupáusidos, algunas especies como *E. mucronata*, *E. eximia* y *E. lamelligera* mantuvieron su distribución espacial referente a otros veranos, encontrándose desde Talara hasta Ilo para las dos primeras especies y desde Talara hasta Chicama para la última especie. Sin embargo, *E. mucronata*, en el verano 2020 estuvo muy cerca de la zona costera (OROSCO, 2023b); mientras que en el 2022 estuvo distribuida desde el quiebre de la plataforma hacia afuera, al igual que en la primavera 2019 (OROSCO, 2023a), debido a la proyección hacia fuera de la costa de las acf (OROSCO & AYÓN, 2015). En el caso de *E. distinguenda*, su distribución a lo largo del litoral marítimo estuvo limitada hasta Callao, y no hasta Ilo (más al sur) como en otras temporadas (verano 2016, 2019, 2020 y primavera 2019) (PINEDO, 2022; PINEDO & AYÓN, 2023; OROSCO, 2023a, 2023b). Por su parte, *E. tenera* solo estuvo distribuida desde Talara hasta Pimentel, mientras

During the summer of 2016, coinciding with the 2015/16 El Niño, and in the subsequent summer of 2019 characterized by warm to normal conditions, *E. ringens* spawning was confined within 30 nm of the coastal strip (PINEDO, 2022; PINEDO & AYÓN, 2023). In the summer of 2018, cold conditions prevailed in the Peruvian sea (ENFEN, 2018), and eggs were distributed up to 80 nm in the northern and central zones (QUESQUÉN & AYÓN, 2023). During the neutral conditions of the summer of 2020, spawning extended from the coastal area to the continental shelf break (OROSCO, 2023b). As for larval distribution, there was a noticeable shift in the pattern during summers, with larvae being more dispersed into oceanic waters than eggs. This dispersion, influenced by transport mechanisms, impacted the larval stage significantly (ROY, CURY & KIFANI, 1992). Additionally, a high frequency (%) of small larvae (total length between 2.5 and 3 mm) was observed (PINEDO, 2022; QUESQUÉN & AYÓN, 2023), potentially indicating recent spawning events, as the summer represents the second most important spawning period for *E. ringens* (PEREA, PEÑA, OLIVEROS-RAMOS, BUITRÓN & MORI, 2011).

Regarding euphausiids, certain species such as *Euphausia mucronata*, *Euphausia eximia*, and *Euphausia lamelligera* maintained their typical spatial distribution, spanning from Talara to Ilo for the first two species and from Talara to Chicama for the latter. Nevertheless, in the summer of 2020, *E. mucronata* exhibited a closer proximity to the coastal area (OROSCO, 2023b). In contrast, in 2022, its distribution extended from the shelf break outward, resembling the pattern observed in spring 2019 (OROSCO, 2023a). This shift was attributed to the projection of ccw away from the coast (OROSCO & AYÓN, 2015). In the case of *E. distinguenda*, its distribution along the maritime coast was limited to Callao, not extending to Ilo (further south) as in other seasons (summer 2016, 2019, 2020, and spring 2019) (PINEDO, 2022; PINEDO & AYÓN, 2023; OROSCO, 2023a, 2023b). *E. tenera* was distributed only from Talara to Pimentel, whereas in other summers and springs, it

que en otros veranos y primaveras se registró hasta Ilo (PINEDO & AYÓN, 2023; OROSCO, 2023a, 2023b). Los estadios larvales de calyptopis (37,05 %) y furcilia (46,50 %) fueron menos frecuentes a comparación de otros años; sin embargo, la proporción en abundancia siguió manteniendo el patrón de verano y primavera, cuando existe mayor densidad de furcilia, a diferencia de otoño e invierno, cuando la proporción es inversa. En cuanto a la distribución latitudinal, en la zona norte del Perú existió mayor proporción de estos estadios larvales de eufáusidos, a diferencia de la zona centro y sur (menor cantidad) (ARONÉS, QUESQUÉN, NAKASAKI & AYÓN, 2022).

Por último, *Argonauta* spp., el taxón más frecuente de paralarvas de cefalópodos, tuvo baja frecuencia en el verano 2022 (12,9 %) a diferencia de otros veranos (2014, 2016, 2017 y 2019) (OROSCO, 2022), posiblemente debido a que ese año las acf tuvieron mayor proyección al oeste, limitando la presencia y abundancia de la especie de aguas oceánicas que suelen acercarse con Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (OROSCO, 2016).

5. CONCLUSIONES

- Los biovolúmenes de zooplancton estuvieron comprendidos entre $6,02 \times 10^{-4}$ y $7,23 \text{ mL.m}^{-3}$, con promedio de $0,53 \text{ mL.m}^{-3}$ y mediana de $0,22 \text{ mL.m}^{-3}$, los mayores rangos ($>2,5 \text{ mL.m}^{-3}$) se encontraron por dentro de la plataforma en la zona norte (desde Talara hasta Paita) y por fuera de la plataforma en la zona centro (desde Huarmey hasta Pucusana), mientras que, los menores rangos estuvieron distribuidos hacia la zona costera, donde también estuvieron presentes las aguas costeras frías (acf).
- Los huevos de anchoveta tuvieron frecuencia de 48,21 % en las estaciones muestreadas, abundancia relativa de 59,07 % y abundancia mediana de 79,5 huevos. m^{-2} ; distribuyéndose a lo largo del litoral marítimo con núcleos abundantes y grandes ($> 1,000 \text{ huevos.m}^{-2}$) en la zona norte-centro (desde Malabriga hasta Huarmey).

was recorded up to Ilo (PINEDO & AYÓN, 2023; OROSCO, 2023a, 2023b). The occurrences of calyptopis (37.05 %) and furcilia (46.50 %) larval stages were comparatively lower in frequency than in previous years. Nonetheless, the abundance proportion followed the typical summer and spring pattern, characterized by a higher density of furcilia, as opposed to autumn and winter when the proportion reverses. Regarding the latitudinal distribution, a greater proportion of these euphausiid larval stages was observed in northern Peru, with a lower quantity found in the central and southern zones (ARONÉS, QUESQUÉN, NAKASAKI & AYÓN, 2022).

Finally, *Argonauta* spp., the most frequent cephalopod paralarvae taxon, exhibited a lower frequency (12.9 %) compared to previous summers (2014, 2016, 2017, and 2019) (OROSCO, 2022). This decrease might be attributed to the westward projection of ccw during that year, which restricted the presence and abundance of this oceanic species, which is typically associated with Subtropical Surface Waters (SSW) (OROSCO, 2016).

5. CONCLUSIONS

- Zooplankton biovolumes varied between $6,02 \times 10^{-4}$ and $7,23 \text{ mL.m}^{-3}$, averaging 0.53 mL.m^{-3} with a median of 0.22 mL.m^{-3} . Higher biovolumes ($>2.5 \text{ mL.m}^{-3}$) were notably present inside the continental shelf in the northern region (from Talara to Paita) and outside the shelf in the central region (from Huarmey to Pucusana). In contrast, lower biovolumes predominated along the coastal zone, aligning with the prevalence of ccw.
- *E. ringens* eggs were found in 48.21 % of the sampled stations, representing 59.07 % of the relative abundance and a median abundance of 79.5 eggs. m^{-2} . Their distribution extended along the maritime coastline, forming substantial and large clusters ($>1,000 \text{ eggs.m}^{-2}$) in the north-central zone (from Malabriga to Huarmey). *Engraulis ringens* larvae were observed in

Las larvas de anchoveta se presentaron en dos parches continuos (1 a 100 larvas.m⁻²), norte desde Punta Sal hasta Huarmey y al centro-sur desde Huacho hasta Ilo.

- Después de la anchoveta, los mictófidos *D. laternatus* (32,84 %) y *V. lucetia* (21,08 %) fueron las otras especies de ictiopláncton más frecuentes, ambas con distribución por fuera de la plataforma.
- Se determinaron 5 géneros y 16 especies de eufáusidos, siendo *E. mucronata* (adulto) la especie más frecuente (34,8 %). Sin embargo, las furciliae (45,59 %) y calyptopis (36,27 %) de especies No determinadas fueron las más frecuentes en el recuento general.
- *Argonauta* spp., fue el taxón de paralarva de cefalópodo con mayor frecuencia (11,27 %) en el total de estaciones; no obstante, en comparación a otros veranos tuvo frecuencia baja. Así mismo, la mediana de su abundancia fue 3 ind.m⁻², con distribución por fuera de la plataforma y asociada a la presencia de aguas oceánicas.

6. REFERENCIAS

- ARONÉS, K., QUESQUÉN, R., NAKASAKI, C. & AYÓN, P. (2022). Spatial-temporal variability of Euphausiids in the Northern Humboldt Current System between 2013 and 2020. In: EBUS Conference. Lima, Perú. <https://www.ebus-lima2022.com/es/program/book-of-abstracts>
- AYÓN, P., CRIALES-HERNANDEZ, M. I., SCHWAMBORN, R. & HIRCHE, H.-J. (2008a). Zooplankton research off Peru: A review. *Progress in Oceanography*, 79(2), 238-255. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.020>
- AYÓN, P., SWARTZMAN, G., BERTRAND, A., GUTIÉRREZ M. & BERTRAND, S. (2008b). Zooplankton and forage fish species off Peru: Large-scale bottom-up forcing and local-scale depletion. *Progress in Oceanography* 79(2), 208–214. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.023>
- 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>
- 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.
- 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. (2022). Estado del sistema de alerta: Alerta de La Niña Costera1. COMUNICADO OFICIAL ENFEN N°02-2022 14 de febrero de 2022. <https://bit.ly/3sDt57H>
- ENFEN. (2018). Estado de sistema de alerta: Alerta de La Niña Costera1. COMUNICADO OFICIAL ENFEN N° 02-2018 Callao, 31 de enero de 2018. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/2388>
- OROSCO, X. (2016). Variabilidad espacio-temporal de paralarvas de cefalópodos en el mar peruano entre los años 2013 y 2014. [Tesis de pregrado]. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- two continuous patches (1 to 100 larvae.m⁻²), one stretching from Punta Sal to Huarmey in the north and another from Huacho to Ilo in the central-southern region.
- Alongside *E. ringens*, the most prevalent ichthyoplankton species were *D. laternatus* (32.84 %) and *V. lucetia* (21.08 %), both located outside the continental shelf.
 - Euphausiids, encompassing 5 genera and 16 species, featured *Euphausia mucronata* (adults) as the most frequently observed species, accounting for 34.8 % of the specimens. Remarkably, furciliae (45.59 %) and calyptopis (36.27 %) stages of undetermined species dominated the overall count.
 - *Argonauta* spp. stood out as the most frequent cephalopod paralarvae taxon (11.27%), albeit with a lower frequency compared to previous summers. The median abundance was 3 ind.m⁻², primarily found beyond the continental shelf and associated with the occurrence of oceanic waters.

- OROSCO, X. (2022). 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). 88 pp. <https://www.ebus-lima2022.com/es/program/book-of-abstracts>
- OROSCO, X. (2023a). Biovolúmenes del zooplancton, distribución y abundancia de ictioplancton, eufáusidos y paralarvas de cefalópodos en el verano del 2020. *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 284-302.
- OROSCO, X. (2023b). Biovolúmenes de zooplancton, distribución y abundancia de ictioplancton, eufáusidos y paralarvas de cefalópodos en primavera 2019. *Bol Inst Mar Perú*, 38(2), 266-284.
- OROSCO, X. & AYÓN, P. (2015). Abundancia, frecuencia y distribución de eufáusidos frente a la costa norte del Perú. *Revista de Ciencias*, 11, 20-30.
- PEREA, A., PEÑA, C., OLIVEROS-RAMOS, R., BUITRÓN, B. & MORI, J. (2011). Producción potencial de huevos, reclutamiento y veda reproductiva de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*): Implicaciones en el manejo pesquero. *Cienc. Mar.* 37(4b):585-601. [1827final.fm \(scielo.org.mx\)](https://1827final.fm/scielo.org.mx)
- PINEDO, E. (2022). Ictioplancton, eufáusidos y biovolúmenes de zooplancton, verano 2016. *Inf. Inst. Mar. Perú*. 49(2):303-214. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/4768>
- PINEDO, E. & AYÓN, P. (2023). Ictioplancton, eufáusidos y bio-volúmenes de zooplancton del mar peruano durante el verano del 2019. *Inf Inst Mar Perú*, 50(1), 47-59. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/7533>
- QUESQUÉN, R. & AYÓN, P. (2023). Composición, distribución y abundancia de eufáusidos e ictioplancton frente a la costa peruana durante el verano 2018. *Inf Inst Mar Perú*, 50(2), 240-247. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/7767>
- ROY, C., CURY, P. & KIFANI, S. (1992). Pelagic fish recruitment success and reproductive strategy in upwelling areas: environmental compromises. *South African Journal of Marine Science*, 12(1), 135-146. DOI:[10.2989/02577619209504697](https://doi.org/10.2989/02577619209504697)
- 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>
- VAN GELPEN, 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>

ANEXO - ANNEXS

Tabla 2.- Composición, frecuencias y abundancias (mL.m⁻³) de familias de ictioplancton. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2202-03, BIC Flores y L/P Andes 52

Table 2.- Composition, frequencies and abundances (mL.m⁻³) of ichthyoplankton families. Hydroacoustic Evaluation Cruise of Pelagic Resources 2202-03, BIC Flores and L/P Andes 52

Orden	Familia	Especie	Estadio	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Abundancia mínima (ind.m ⁻³)	Abundancia máxima (ind.m ⁻³)	Abundancia mediana (ind.m ⁻³)	Abundancia relativa (%)
Anguilliformes	No determinado	No determinado	huevo	5	2,23	3	6	3	0,010
	Ophichthidae	No determinado	larva	3	1,34	3	3	3	0,005
	Bathylagidae	<i>Bathyagoides weesethi</i>	larva	2	0,89	3	3	3	0,003
Argentiniformes	<i>Leuroglossus stibatus</i>		huevo	1	0,45	18	18	18	0,010
			juvenil	3	1,34	3	6	6	0,008
			larva	28	12,50	3	186	6	0,434
	No determinado		huevo	7	3,13	3	27	3	0,031
Aulopiformes			juvenil	1	0,45	3	3	3	0,002
	Paralepididae	<i>Lestidiops pacificus</i>	larva	1	0,45	9	9	9	0,005
		<i>Lestidiops</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	Scopelarchidae	<i>Scopelarchoides nicholsi</i>	larva	6	2,68	3	3	3	0,010
Beloniformes	Synodontidae	No determinado	huevo	2	0,89	3	3	3	0,003
			larva	1	0,45	6	6	6	0,003
		<i>Synodus</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	No determinado		huevo	1	0,45	3	3	3	0,002
Beryciformes	Scomberesocidae	<i>Scomberesox saurus</i>	huevo	2	0,89	3	3	3	0,003
	Melamphaidae	<i>Melamphases</i> sp.	larva	2	0,89	3	3	3	0,003
	No determinado		larva	2	0,89	3	3	3	0,003
Blenniiformes	<i>Poromitra</i> sp.		larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		<i>Scopelogadus</i> sp.	larva	2	0,89	3	3	3	0,003
	Blenniidae	No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Carangiformes	<i>Ophioblennius</i> sp.		larva	2	0,89	3	3	3	0,003
	Labrisomidae	No determinado	larva	2	0,89	3	18	10,5	0,012
	Carangidae	No determinado	larva	2	0,89	6	9	7,5	0,008
Clupeiformes	<i>Oligoplites</i> sp.		larva	1	0,45	6	6	6	0,003
	<i>Selene peruviana</i>		larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Trachurus murphyi</i>		huevo	1	0,45	234	234	234	0,129
Eupercaria incertae sedis	<i>Trachyrhynchidae</i>	No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Engraulidae</i>	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	108	48,21	3	14976	84	59,065
			larva	89	39,73	3	8424	27	14,921
Gadiformes	No determinado		huevo	1	0,45	48	48	48	0,026
	<i>Phosichthysidae</i>	<i>Vinciguerria lucetia</i>	huevo	1	0,45	3	3	3	0,002
			juvenil	7	3,13	3	21	6	0,031
Gobiiformes			larva	52	23,21	3	1512	22,5	4315
	<i>Ceratidae</i>	<i>Eucinostomus</i> sp.	larva	2	0,89	3	6	4,5	0,005
	<i>Haemulidae</i>	<i>Anisotremus</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Lampriformes	<i>Labridae</i>	<i>Halichoeres</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Sciaenidae</i>	<i>Larimus</i> sp.	larva	4	1,79	3	3	3	0,007
		<i>Menticirrhus opicephalus</i>	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Mugiliformes	No determinado		larva	4	1,79	3	60	12	0,048
	<i>Bregmacerotidae</i>	<i>Bregmaceros bathymaster</i>	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Merlucciidae</i>	<i>Bregmaceros</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Myctophiformes	<i>Merluccius gayi gayi</i>		larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Moridae</i>	No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Gobiidae</i>	No determinado	larva	7	3,13	3	9	3	0,018
Ophidiiformes	<i>Trachipteridae</i>	No determinado	huevo	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Ophidiidae</i>	No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Oneirodidae</i>	No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Perciformes	<i>Mugilidae</i>	No determinado	huevo	1	0,45	6	6	6	0,003
	<i>Myctophidae</i>	<i>Bathylagoides nigrigensis</i>	huevo	1	0,45	18	18	18	0,010
		<i>Benthosema</i> sp.	larva	1	0,45	9	9	9	0,005
Pleuronectiformes	<i>Ceratoscopelus</i> sp.		larva	4	1,79	3	3	3	0,007
		<i>Diogenichthys laternatus</i>	adulto	1	0,45	3	3	3	0,002
			juvenil	5	2,23	3	6	3	0,012
Stomiiformes			larva	80	35,71	3	234	12	1,386
	<i>Diogenichthys</i> sp.		larva	1	0,45	6	6	6	0,003
	<i>Hygophum</i> sp.		larva	2	0,89	3	3	3	0,003
Scombriformes	<i>Lampanyctus parvicauda</i>		larva	20	8,93	3	15	3	0,063
	<i>Lampanyctus</i> sp.		juvenil	1	0,45	3	3	3	0,002
		<i>Nannobrachium ritteri</i>	larva	5	2,23	3	6	3	0,010
Tetrapturidae	No determinado		juvenil	2	0,89	3	3	3	0,003
			larva	5	2,23	3	6	3	0,010
		<i>Stenobrachius</i> sp.	larva	8	3,57	3	6	3	0,017
Total General	<i>Symbolophorus californiensis</i>		larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	<i>Triphoturus ocellatum</i>		juvenil	1	0,45	3	3	3	0,002
			larva	19	8,48	3	81	3	0,104
Total General	No determinado		huevo	78	34,82	3	2520	12	2,581
			larva	13	5,80	3	51	3	0,084
			larva	1	0,45	6	6	6	0,003
Total General	Ophidiidae	<i>Chilara</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		No determinado	huevo	1	0,45	3	3	3	0,002
			larva	2	0,89	3	3	3	0,003
Total General	Pomacentridae	<i>Stegastes</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
			larva	1	0,45	3	3	3	0,002
			larva	7	3,13	3	6	3	0,013
Total General	Microdesmidae	No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
	Normanichthyidae	<i>Normanichthys</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		No determinado	larva	1	0,45	6	6	6	0,003
Total General	Serranidae	<i>Serranus</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
			larva	1	0,45	6	6	6	0,003
		<i>Triglidae</i>	<i>Priodus</i> sp.	larva	1	0,45	6	6	6
Total General		<i>Priodus stephanophrys</i>	huevo	1	0,45	9	9	9	0,005
			larva	7	3,13	3	6	3	0,013
			larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Total General	Achiridae	<i>Achirus</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		<i>Paralichthyidae</i>	<i>Citharichthys</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3
Total General		<i>Etropus</i> sp.	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		<i>Scombridae</i>	<i>Chiasmodon niger</i>	larva	2	0,89	3	3	3
Total General	Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	larva	2	0,89	6	15	10,5	0,012
		<i>Psenes slo</i>	larva	1	0,45	6	6	6	0,003
		<i>Auxis rochei</i>	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Total General		<i>Auxis</i> sp.	larva	3	1,34	3	3	3	0,005
		<i>Sarda chilensis</i>	larva	1	0,45	6	6	6	0,003
		<i>Scomber japonicus</i>	larva	2	0,89	3	9	6	0,007
Total General	Sternopychidae	No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
		No determinado	larva	1	0,45	3	3	3	0,002
Total General	Stomiidae	No determinado	larva	1	0,45	6	6	6	0,003
		<i>Fistulariidae</i>	<i>Fistularia cornuta</i>	larva	1	0,45	6	6	6
TOTAL GENERAL									
224									
100									

Tabla 4.- Composición, frecuencias y abundancias (mL.m-3) de Euphausiidae. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 2202-03. BIC Flores y L/P Andes 52

Table 4.- Composition, frequencies and abundances (mL.m-3) of Euphausiidae. Hydroacoustic Evaluation of Pelagic Resources Cruise 2202-03. BIC Flores and L/P Andes 52

Especie	Estadio	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)	Abundancia mínima (ind.m ⁻²)	Abundancia máxima (ind.m ⁻²)	Abundancia mediana (ind.m ⁻²)	Abundancia relativa (%)
<i>Euphausia distinguenda</i>	adulto	13	5,80	3	111	12	0,260
	juvenil	15	6,70	3	216	42	0,683
<i>Euphausia eximia</i>	adulto	27	12,05	3	315	18	0,953
	juvenil	26	11,61	3	408	28,5	1.333
<i>Euphausia lamelligera</i>	adulto	8	3,57	3	426	6	0,486
	juvenil	11	4,91	3	447	27	0,708
<i>Euphausia mucronata</i>	adulto	76	33,93	3	654	25,5	4.908
	furcilia	1	0,45	138	138	138	0,116
	juvenil	67	29,91	3	1464	18	4.136
<i>Euphausia</i> sp.	adulto	1	0,45	3	3	3	0,003
	furcilia	4	1,79	9	168	21	0,185
	juvenil	72	32,14	3	1536	33	7.652
<i>Euphausia tenera</i>	adulto	5	2,23	6	240	9	0,377
	juvenil	6	2,68	3	15	10,5	0,048
<i>Nematobrachion flexipes</i>	adulto	4	1,79	3	27	10,5	0,043
	juvenil	3	1,34	3	30	18	0,043
<i>Nematobrachion</i> sp.	adulto	1	0,45	3	3	3	0,003
	juvenil	1	0,45	3	3	3	0,003
<i>Nematocelis flexipes</i>	juvenil	1	0,45	12	12	12	0,010
<i>Nematocelis gracilis</i>	adulto	1	0,45	33	33	33	0,028
<i>Nematoscelis</i> sp.	adulto	3	1,34	3	9	3	0,013
	furcilia	1	0,45	6	6	6	0,0005
	juvenil	2	0,89	3	33	18	0,030
<i>Nyctiphanes simplex</i>	adulto	5	2,23	3	87	18	0,116
	juvenil	8	3,57	3	162	9	0,271
<i>Nyctiphanes</i> sp.	juvenil	4	1,79	3	261	19,5	0,255
<i>Stylocheiron suhmi</i>	adulto	5	2,23	3	15	3	0,028
	juvenil	4	1,79	3	6	6	0,018
<i>Stylocheiron affine</i>	adulto	17	7,59	3	33	6	0,152
	furcilia	1	0,45	3	3	3	0,003
	juvenil	26	11,61	3	267	6	0,523
<i>Stylocheiron elongatum</i>	adulto	5	2,23	3	6	6	0,020
	juvenil	9	4,02	3	27	6	0,071
<i>Stylocheiron</i> sp.	adulto	2	0,89	3	51	27	0,046
	furcilia	52	23,21	3	411	21	2.337
	juvenil	22	9,82	3	156	6	0,478
No determinado	caliptopis	83	37,05	3	15312	18	2.630
	furcilia	108	46,50	3	23520	46,5	47.026
	juvenil	1	0,45	81	81	81	0,068
	metanauplio	1	0,45	3	3	3	0,03
	nauplio	2	0,89	6	87	46,5	0,078
TOTAL		224				100	