

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS SUPERFICIALES, BIOVOLÚMENES DE ZOOPLANCTON, ICTIOPLANCTON Y EUFÁUSIDOS EN LA ZONA NORTE DEL MAR PERUANO, OTOÑO 2020

SURFACE OCEANOGRAPHIC CONDITIONS, ZOOPLANKTON, ICHTHYOPLANKTON, AND EUPHAUSIID BIOVOLUMES IN THE NORTHERN PERUVIAN SEA (AUTUMN 2020)

Roberto Quesquén¹Ximena Orosco²Walter García³<https://doi.org/10.53554/boletin.v37i2.369>

RESUMEN

QUESQUÉN, R., OROSCO, X., GARCÍA, W. (2022). *Condiciones oceanográficas superficiales, biovolúmenes de zooplancton, ictioplancton y eufáusidos en la zona norte del mar peruano, otoño 2020*. *Bol Inst Mar Perú*. 37(2): 217-233.- Se alcanza información sobre condiciones oceanográficas superficiales del mar, biovolúmenes de zooplancton, composición del ictioplancton y distribución de eufáusidos entre Puerto Pizarro y Pimentel - Chicama, hasta 50 mn, en el otoño 2020. En esta zona, se encontraron Aguas Tropicales Superficiales (ATS) ubicadas dentro de las 15 mn frente a Puerto Pizarro y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) localizadas entre Talara y Punta Sal. Las Aguas Costeras Frías (ACF) estuvieron dentro de la franja de 15 mn desde Paita hasta Chicama y al sur de Paita se observaron aguas de mezcla, por interacción de las ASS y ACF. Se encontraron valores de oxígeno disuelto mayores a 5,0 mL/L asociados a la presencia de las ATS, AES y ASS. Los biovolúmenes de zooplancton estuvieron entre 1,0 y 23,0 mL/muestra; más frecuentes (48%) fueron los valores de 10,1 a 20,0 mL/muestra, distribuidos desde Talara hasta el norte de Punta Sal. En relación con el ictioplancton, huevos de la familia Synodontidae y larvas de Engraulidae registraron mayor frecuencia (56%). Huevos y larvas de anchoveta presentaron distribución homogénea entre Mórrope y Talara; huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia* estuvieron distribuidos entre Paita y Puerto Pizarro. Se determinó seis especies y tres géneros de larvas de peces mesopelágicos como los mictófidios, de los cuales la especie *Diogenichthys laternatus* presentó mayor frecuencia y abundancia. Además, se encontraron huevos y larvas de merluza en pequeñas concentraciones. En cuanto a los eufáusidos, la especie más frecuente fue *Nictyphanes simplex* (68%) en estadios adultos y juveniles, seguidas de *Euphausia lamelligera* y *E. mucronata* (20%); se apreció predominancia de estadios caliptopis y furcilia, evidencia del proceso reproductivo de este grupo.

PALABRAS CLAVE: temperatura, salinidad, oxígeno, peces, eufáusidos, zooplancton

ABSTRACT

QUESQUÉN, R., OROSCO, X., GARCÍA, W. (2022). *Surface oceanographic conditions, zooplankton, ichthyoplankton, and euphausiid biovolumes in the northern Peruvian Sea (autumn 2020)*. *Bol Inst Mar Perú*. 37(2): 217-233.- Our work aims to provide information on sea surface oceanographic conditions, zooplankton biovolumes, ichthyoplankton composition, and euphausiid distribution between Puerto Pizarro and Pimentel - Chicama, up to 50 nm offshore, in autumn 2020. Tropical Surface Waters (TSW), within 15 nm off Puerto Pizarro, and Equatorial Surface Waters (ESW), between Talara and Punta Sal, occurred throughout this zone. The Cold Coastal Waters (CCW) were within the 15 nm strip from Paita to Chicama and mixing waters (SSW+CCW) were observed south of Paita. Dissolved oxygen values greater than 5.0 mL/L were associated with the presence of the TSW, ESW, and SSW. Zooplankton biovolumes ranged from 1.0 to 23.0 mL/sample. From Talara to the north of Punta Sal, values of 10.1 to 20.0 mL/sample were more frequent (48%). Zooplankton biovolumes ranged from 1.0 to 23.0 mL/sample. From Talara to the north of Punta Sal, values of 10.1 to 20.0 mL/sample were more frequent (48%). Regarding ichthyoplankton, eggs belonging to the family Synodontidae and Engraulidae larvae were the most frequent (56%). *Engraulis ringens* eggs and larvae were homogeneously distributed between Mórrope and Talara; *Vinciguerria lucetia* eggs and larvae were distributed between Paita and Puerto Pizarro. We determined six species and 3 genera of mesopelagic fish larvae such as myctophids, of which the species *Diogenichthys laternatus* was the most frequent and abundant. *Merluccius gayi peruanus* eggs and larvae were also found in small concentrations. As for euphausiids, the most frequent species was *Nictyphanes simplex* (68%) in adult and juvenile stages, followed by *Euphausia lamelligera* and *E. mucronata* (20%). There was a predominance of calyptopis and furcilia stages, which are evidence of the reproductive process of this group.

KEYWORDS: temperature, salinity, oxygen, fishes, euphausiids, zooplankton

1 IMARPE, DGIOCC, rquesquen@imarpe.gob.pe

2 xorosco@imarpe.gob.pe

3 wgarcia@imarpe.gob.pe

1. INTRODUCCIÓN

Desde inicios del 2020, el subsistema bentodemersal de la zona norte del mar peruano, estuvo caracterizado por alta variabilidad, debido a la llegada de ondas Kelvin cálidas, las que fueron atenuadas por la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (ENFEN, 2020 a, b), lo que incidió en patrones de distribución y concentración de los recursos. En este escenario ambiental, desde fines del 2019 e inicios del 2020, la merluza presentó disminución de la talla media, reflejada en mayor abundancia relativa de ejemplares menores a 28 cm de longitud total (TMA: Talla Mínima Autorizada) capturados por la flota industrial de arrastre en sus zonas tradicionales de pesca (norte de 6°S), situación que se explica por el débil desarrollo de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC) reflejado en la poca profundidad (<100 metros) de la isoterma de 15 °C e isoxígena de 1 mL/L (ENFEN, 2020 c).

Con la finalidad de evaluar la disponibilidad, abundancia y distribución de la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*) y otros recursos demersales en relación al entorno biótico y abiótico del subsistema bentodemersal, en el Crucero de Evaluación de Merluza y Otros Recursos Demersales en otoño 2020, realizado en el BIC Humboldt sobre la plataforma y borde superior del talud continental, se ejecutó la aplicación simultánea de dos métodos: a) por el de área barrida (4 m sobre el fondo) para estimar abundancias e índices de abundancia del recurso, así como el método acústico (sobre 4 metros) y, b) aplicación del *Extended Survivor Analysis* (XSA) como método de evaluación principal de la merluza.

Los estudios que se desarrollan en la línea de zooplancton e ictioplancton están dirigidos a mantener la base de datos sobre composición, abundancia y distribución de los primeros estadios de vida de peces, con énfasis en las especies de mayor importancia comercial y de eufáusidos. Asimismo, a partir de la información obtenida del ictioplancton, podemos conocer la variedad de especies, así como inferir el desove a través de la abundancia de huevos y larvas de peces de importancia comercial, como es el caso de la anchoveta, merluza, caballa entre otros.

1. INTRODUCTION

As of early 2020, the benthodemersal subsystem of the northern Peruvian sea was characterized by high variability, resulting from the arrival of warm Kelvin waves, which were attenuated by the intensity of the South Pacific anticyclone (ENFEN, 2020 a, b). This had an impact on distribution patterns and concentration of resources. In this environmental scenario, *Merluccius gayi peruanus* showed a decrease in average size between late 2019 and early 2020, with a greater relative abundance of specimens smaller than 28 cm in total length (MCS: Minimum Catch Size) caught by the industrial trawler fleet, in their traditional fishing grounds (north of 6°S). This is explained by the weak development of the Southern Extension of the Cromwell Current (SECC) reflected in the shallow depth (<100 meters) of the 15 °C isotherm and the 1 mL/L iso-oxygen (ENFEN, 2020 c).

Therefore, we applied two simultaneous methods to evaluate the availability, abundance, and distribution of *Merluccius gayi peruanus* and other demersal resources related to the biotic and abiotic environment of the benthodemersal subsystem during the Research Cruise targeting Hake and Other Demersal Resources in autumn 2020, which was conducted onboard the R/V Humboldt on the shelf and the upper edge of the continental slope. The methods used were: (a) abundance estimation and abundance indices of *M. gayi peruanus* by the swept area method (4 meters above the bottom) and acoustic method (above 4 meters) and, (b) application of *Extended Survivor Analysis* (XSA) as the main assessment method for *M. gayi peruanus*.

The studies on zooplankton and ichthyoplankton are aimed at maintaining a database on the composition, abundance, and distribution of the first life stages of fish, especially the most commercially important species and euphausiids. We can also use the information obtained from the ichthyoplankton to know the variety of species, as well as to infer spawning through the abundance of eggs and larvae of commercially important fish, such as *Engraulis ringens*, *Merluccius gayi peruanus*, *Scomber japonicus*, among others.

En este artículo, se reportan biovolúmenes de zooplancton; composición, distribución y abundancia del ictioplancton y de eufáusidos, en relación con las condiciones físicas y químicas, durante junio 2020.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

En el Crucero de evaluación de la población de merluza y otros recursos demersales durante el otoño del 2020, a bordo del BIC Humboldt, realizado del 1 al 26 de junio 2020, se recolectaron 25 muestras de zooplancton (Fig. 1).

Para la recolección se empleó una red Hensen de 330 micras de abertura de malla, operada con barco parado, efectuando jales verticales desde 50 metros de profundidad hacia la superficie. La fijación y preservación de las muestras fue con formaldehído al 2%. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Zooplancton y Producción Secundaria (LZPS). Los biovolúmenes de zooplancton fueron determinados mediante el método por desplazamiento (KRAMER *et al.*, 1972), en esta oportunidad se extrajeron las larvas de peces y algunos organismos gelatinosos.

Para el conteo de los estadios de eufáusidos (calyptopis y furciliias) se empleó el método del fraccionamiento o *Huntsman Marine Laboratory (HML) beaker* (VAN GUELPEN *et al.*, 1982). Los huevos y larvas de peces fueron separados, determinados y cuantificados utilizando los criterios considerados por EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO (1969, 1973) y MOSER (1996).

Las tallas de las larvas de anchoveta fueron medidas para tener una aproximación sobre su edad y distribución en el área de estudio. Se emplearon los criterios considerados por EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), ROJAS DE MENDIOLA y GÓMEZ (1981) y PALOMARES *et al.* (1987).

Los biovolúmenes fueron expresados en mL/muestra y las abundancias de eufáusidos por Ind./m², el ictioplancton por huevos y/o larvas/m². El procesamiento de la información y los gráficos se hicieron en el programa Excel y los mapas de distribución y abundancia se graficaron con Surfer versión 15. Para la determinación cualitativa de las especies del

We report zooplankton biovolumes, as well as the composition, distribution, and abundance of ichthyoplankton and euphausiids, related to physicochemical conditions in June 2020.

2. MATERIAL AND METHODS

A total of 25 zooplankton samples were collected during the autumn 2020 research cruise targeting hake and other demersal resources onboard the R/V Humboldt carried out from June 1 to 26, 2020 (Fig. 1).

A 330-micron Hensen net was used for the collection, operated with vertical trawls from 50 m deep to the surface. Samples were fixed and preserved with 2% formaldehyde and then analyzed at the Zooplankton and Secondary Production Laboratory. Zooplankton biovolumes were determined by the displacement method. Zooplankton biovolumes were determined by the displacement method (KRAMER *et al.*, 1972), and fish larvae and some gelatinous organisms were extracted.

The fractionation method or Huntsman Marine Laboratory (HML) beaker (VAN GUELPEN *et al.*, 1982) was used to count euphausiid stages (calyptopis and furcilia). We separated, determined, and

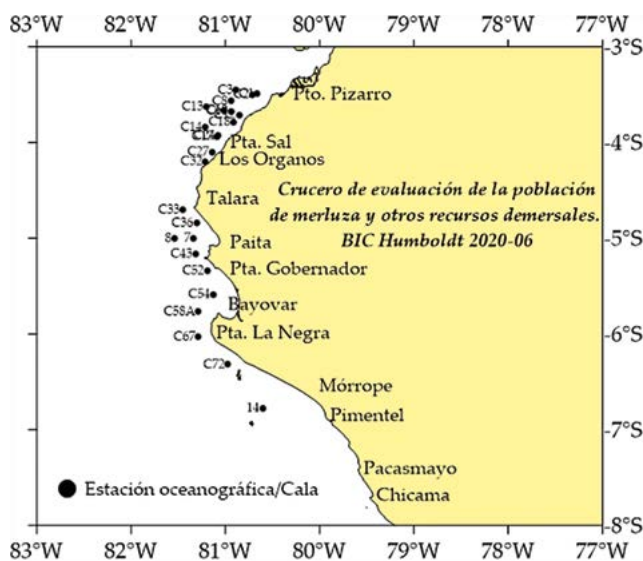


Figura 1.- Carta de posiciones de zooplancton. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 1. Zooplankton position chart. Zooplankton position chart. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

zooplankton se consultó principalmente los trabajos de SANTANDER *et al.* (1981), SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO (1981) y BOLTOVSKOY (1999).

En cada estación oceanográfica y cala, se recolectó información de los parámetros físicos y químicos del agua de mar. Para la toma de temperatura superficial, se empleó el sensor de temperatura Furuno, ubicado en el casco del BIC Humboldt. Los registros continuos de temperatura (°C) en la columna de agua durante las estaciones hidrográficas se realizaron con un CTD de *Sea Bird Electronics, Inc.* Modelo SBE 19PLUS-7838. Las muestras de salinidad se analizaron por el método de inducción con el Portasal Guildline modelo 8410A en la sede central del IMARPE. El oxígeno disuelto se calculó empleando la metodología de Winkler modificado por CARRIT & CARPENTER (1966).

3. RESULTADOS

Condiciones Oceanográficas Superficiales

Temperatura Superficial del Mar TSM (°C) y Anomalía Térmica ATSM (°C)

La superficie del mar en el área de estudio presentó temperaturas entre 15,7 y 25,1 °C, promedio 19,51 °C. La distribución térmica mostró 10 isotermas (16 a 25 °C), observándose mayor gradiente térmico al norte de Talara asociado a temperaturas entre 20,0 y 25,0 °C; en cambio entre Paita y Chicama la distribución fue homogénea con temperaturas alrededor de 17,0 °C. Esta distribución, generó una zona cálida entre Talara y sur de Puerto Pizarro donde se registraron anomalías positivas de hasta +3,9 °C y otra zona fría al sur de Talara, con anomalías negativas de hasta -1,9 °C (Fig. 2).

Salinidad Superficial SSM (ups) y anomalías halinas ASSM (ups)

En el área de estudio, se registró concentraciones de sales que variaron de 33,410 a 35,115 ups, promedio 34,885 ups. Las masas de agua detectadas fueron Aguas Tropicales Superficiales (ATS) con salinidades menores a 33,8 ups dentro de las 15 mn frente a Puerto Pizarro, Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se ubicaron de Talara a Punta Sal con salinidades de 34,6 a 34,8 ups; Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se localizaron por fuera de las 60 millas náuticas de Chicama. Además, se detectaron Aguas Costeras Frías (ACF), ubicadas

quantified the fish eggs and larvae using the criteria considered by EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO (1969, 1973), and MOSER (1996).

We measured the sizes of *E. ringens* larvae to have an approximation of their age and distribution in the study area. The criteria considered by EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963), ROJAS DE MENDIOLA & GÓMEZ (1981), and PALOMARES *et al.* (1987) were used.

Biovolumes were expressed in mL/sample and euphausiid abundances in Ind./m², while the ichthyoplankton was expressed in eggs and/or larvae /m². The data processing and graphs were made in Excel and the distribution and abundance maps were plotted with Surfer v15. We mainly consulted the works of SANTANDER *et al.* (1981), SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO (1981), and BOLTOVSKOY (1999) for the qualitative determination of zooplankton species.

Data on the seawater's physicochemical parameters were collected at each oceanographic station and cove. The Furuno temperature sensor, located on the hull of the R/V Humboldt, was used to measure surface temperature. Continuous temperature (°C) recordings in the water column during the hydrographic stations were made with a Sea Bird Electronics, Inc. CTD, Model SBE 19PLUS-7838. Salinity samples were analyzed by the induction method with the Portasal Guildline model 8410A at IMARPE headquarters. Dissolved oxygen was estimated using Winkler's methodology modified by CARRIT & CARPENTER (1966).

3. RESULTS

Surface Oceanographic Conditions

Sea Surface Temperature SST (°C) and Thermal Anomaly SSTA (°C)

In the study area sea surface temperatures ranged between 15.7 and 25.1 °C, with a mean of 19.51 °C. The thermal distribution showed 10 isotherms (16 to 25 °C), with the greatest thermal gradient north of Talara associated with temperatures between 20.0 and 25.0 °C, while between Paita and Chicama, the distribution was homogeneous with temperatures around 17.0 °C. Thus, there was a warm zone between Talara and south of Puerto Pizarro,

dentro de la franja de 15 millas náuticas desde Paita a Chicama, y al sur de Paita, aguas de mezcla por interacción de ASS y ACF. Las anomalías halinas negativas se ubicaron en la franja costera adyacente a Puerto Pizarro, aunque mar afuera se observó un núcleo con anomalías positivas (+ 0,2 ups) posiblemente debido a la influencia de las Aguas Subtropicales Superficiales. El resto del área se mantuvo en condición neutra (Fig. 3).

where positive anomalies of up to +3.9 °C were recorded, and another cold zone south of Talara, with negative anomalies of up to -1.9 °C (Fig. 2).

Surface Salinity SSS (PSU) and haline anomalies SSSA (PSU)

In the study area, haline concentrations ranged from 33,410 to 35,115 PSU, with a mean of 34,885 PSU. The Tropical Surface Waters (TSW)

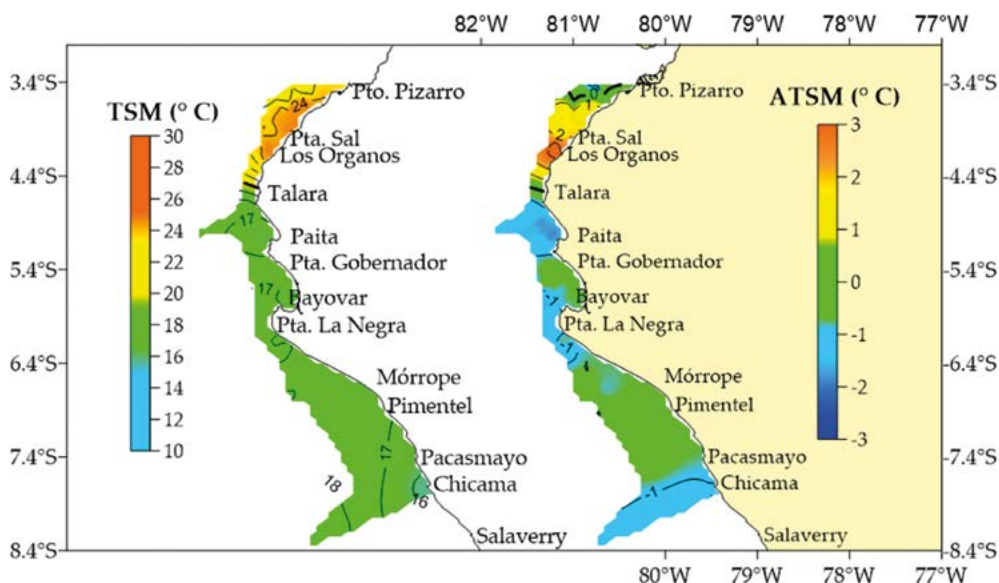


Figura 2.- Distribución de Temperatura superficial del mar (°C) y Anomalia térmica superficial del mar (°C). Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 2. Distribution of Sea Surface Temperature (°C) and Sea Surface Thermal Anomaly (°C). Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

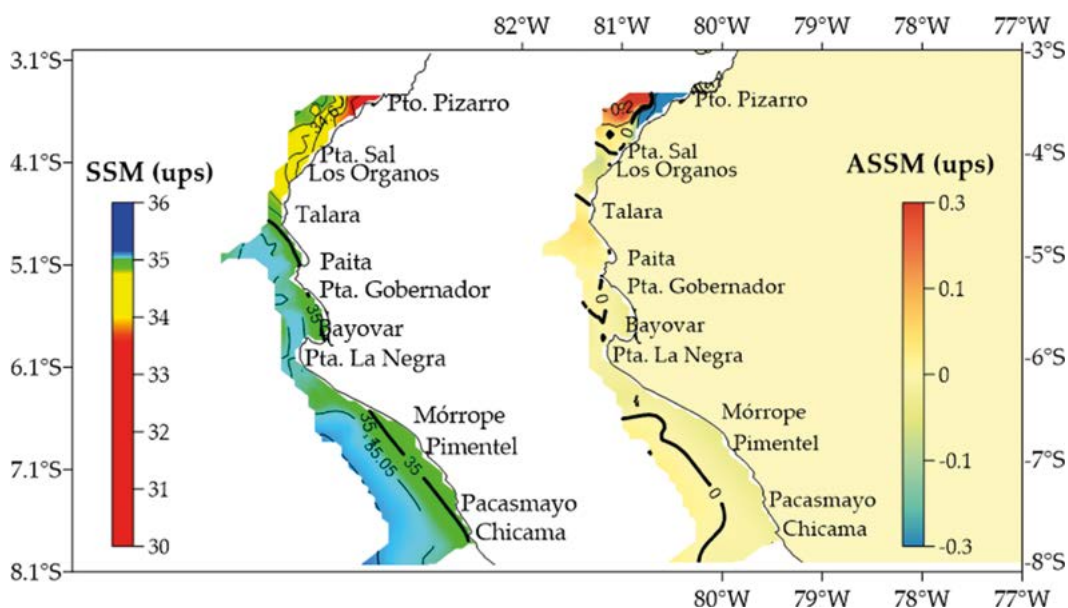


Figura 3.- Distribución de: Salinidad superficial del mar (ups) y Anomalia halina superficial del mar (ups). Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 3. Distribution of: Sea surface salinity (PSU) and Sea surface haline anomaly (PSU). Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

Oxígeno (mL/L)

La distribución de oxígeno disuelto en superficie mostró concentraciones de 1,83 a 5,81 mL/L, con promedio de 4,49 mL/L. Valores de oxígeno superiores a 5,0 mL/L se encontraron asociados a la presencia de ATS, AES y ASS, ubicados al norte de Talara y por fuera de 30 millas náuticas de Chicama. Valores menores a 3,0 mL/L se ubicaron frente al sur de Paita, Punta La Negra y Chicama, indicativos de recientes procesos de afloramiento costero (Fig. 4).

Biovolúmenes de zooplancton

Los biovolúmenes de zooplancton fluctuaron entre 1,0 y 23,0 mL/muestra, promedio de 9,7 mL/muestra. Los valores de 0,1 a 5,0 mL/muestra fueron observados entre Mórrope y Talara, desde la zona costera hasta la zona oceánica, registrando frecuencia de 40%, mientras que de 5,1 a 10,0 mL/muestra, se ubicaron desde Bayóvar hasta Talara, con frecuencia de 8,0%. De 10,1 a 20,0 mL/muestra tuvieron mayor frecuencia (48%) distribuidos desde Talara hasta el norte de Punta Sal, en tanto que valores > 20,0 mL/muestra solo se detectaron frente a Puerto Pizarro, registrando la menor frecuencia en el área evaluada (4,0%) (Tabla 1, Fig. 5).

showed salinities of less than 33.8 PSU within 15 nm off Puerto Pizarro; the Equatorial Surface Waters (ESW) were located from Talara to Punta Sal with salinities of 34.6 to 34.8 PSU, and the Subtropical Surface Waters (SSW) were located outside of 60 nm off Chicama. Cold Coastal Waters (CCW) were also detected, within 15 nm from Paita to Chicama, and mixing waters (SSW+CCW) were detected south of Paita. Negative SSSA were located in the coastal strip adjacent to Puerto Pizarro, although there was a nucleus with positive anomalies (+ 0.2 ups) offshore, possibly due to the influence of the SSW. Neutral conditions were observed in the remaining area (Fig. 3).

Oxygen (mL/L)

The surface distribution of dissolved oxygen showed concentrations ranging from 1.83 to 5.81 mL/L, with a mean of 4.49 mL/L. Oxygen values higher than 5.0 mL/L were associated with TSW, ESW, and SSW, located north of Talara and outside 30 nm off Chicama. Values lower than 3.0 mL/L were located off the south of Paita, Punta La Negra, and Chicama, a sign of recent coastal upwelling processes (Fig. 4).

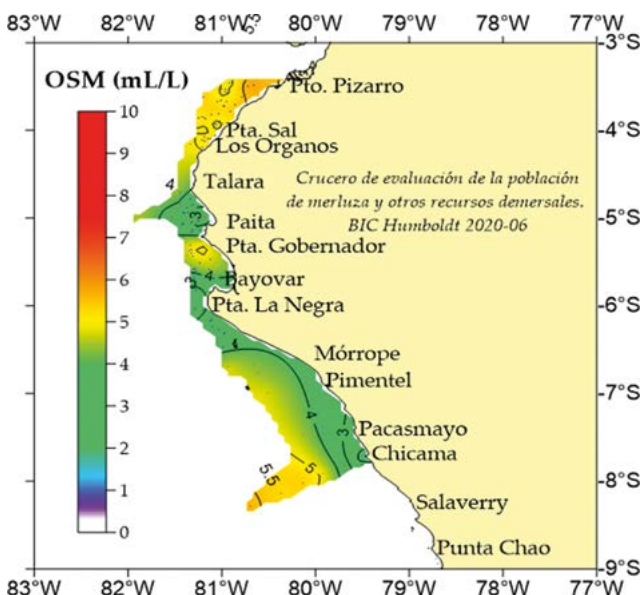


Figura 4.- Distribución de Oxígeno disuelto en la superficie del mar (mL/L). Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 4. Distribution of sea surface dissolved oxygen (mL/L). Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

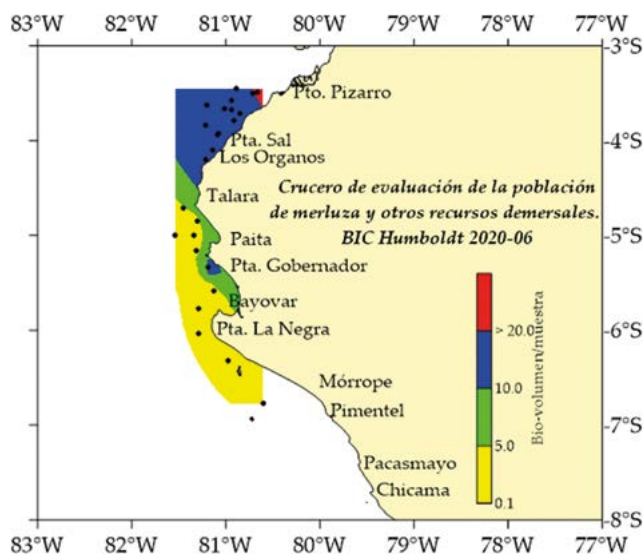


Figura 5.- Distribución de Biovolúmenes de zooplancton (mL/muestra). Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 5. Distribution of zooplankton biovolumes (mL/sample). Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

Tabla 1. - Número de estaciones y frecuencia de biovolúmenes del zooplancton. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Table 1. Number of stations and frequency of zooplankton biovolumes. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

Rango mL/muestra	Número de Estaciones	Frecuencia (%)
0,1 - 5,0	10	40.0
5,1 - 10,0	2	8.0
10,1 - 20,0	12	48.0
> 20,0	1	4.0
Total	25	100.0

Composición del ictioplancton

En el área evaluada se determinaron huevos y larvas pertenecientes a 32 especies, 27 géneros, 32 familias y 2 órdenes.

Las familias Synodontidae y Engraulidae en estadios de huevos y larvas, respectivamente, fueron los grupos más frecuentes (56%), seguidas de larvas de la familia Sciaenidae y la especie *Prionotus stephanophrys* (52%), larvas de *Engraulis ringens* y *Bregmaceros bathymaster* (48%) y larvas de la familia Gobiidae y del mictófidio, *Diogenichthys laternatus* (44%). En el área evaluada las mayores abundancias se dieron para los estadios de huevos y larvas de "anchoveta" *Engraulis ringens* con valores entre 3 y 17.328 huevos/m² y entre 3 y 1.152 larvas/m², en tanto que las familias Myctophidae y Carangidae presentaron el mayor número de especies (6 y 4, respectivamente).

Merluccius gayi peruanus Ginsburg, 1954 "merluza"

Los huevos y larvas de merluza registraron frecuencia de 28% y 8%, respectivamente. Los huevos variaron entre 3 y 72 huevos/m²; distribuidos en siete estaciones, las dos primeras frente a Puerto Pizarro entre 20 y 30 mn, las siguientes cuatro estaciones entre Punta Gobernador y sur de Talara localizadas entre 10 y 30 mn y la última estación ubicada al sur de Punta La Negra a 10 mn de la costa. Las larvas de esta especie estuvieron presentes en solo dos estaciones: frente a Puerto Pizarro y Punta Gobernador localizadas a 30 y 10 mn de la costa, respectivamente, con abundancia promedio de 3 larvas/m² (Fig. 6)

Zooplankton biovolumes

Zooplankton biovolumes ranged from 1.0 to 23.0 mL/sample, with a mean of 9.7 mL/sample. Values from 0.1 to 5.0 mL/sample were observed between Mórrope and Talara, from the coastal zone to the oceanic zone, with a frequency of 40%, while values ranging from 5.1 to 10.0 mL/sample were found from Bayóvar to Talara, with a frequency of 8.0%. Values from 10.1 to 20.0 mL/sample were most frequent (48%) distributed from Talara to the north of Punta Sal, while values > 20.0 mL/sample were only detected off Puerto Pizarro, which was the least frequent in the study area (4.0%) (Table 1, Fig. 5).

Ichthyoplankton composition

Eggs and larvae belonging to 32 species, 27 genera, 32 families, and 2 orders were identified in the study area.

The families Synodontidae and Engraulidae in egg and larval stages, respectively, were the most frequent groups (56%), followed by larvae of the family Sciaenidae and the species *Prionotus stephanophrys* (52%), larvae of *Engraulis ringens* and *Bregmaceros bathymaster* (48%), and larvae of the family Gobiidae and the myctophid, *Diogenichthys laternatus* (44%).

We found that egg and larval stages of *Engraulis ringens* were the most abundant in the evaluated area, with values ranging between 3 and 17,328 eggs/m² and between 3 and 1,152 larvae/m², while the families Myctophidae and Carangidae showed the highest number of species (6 and 4, respectively).

Merluccius gayi peruanus Ginsburg, 1954

M. gayi peruanus eggs and larvae recorded frequencies of 28% and 8%, respectively. Eggs varied between 3 and 72 eggs/m², distributed in seven stations, the first two off Puerto Pizarro between 20 and 30 nm and the next four stations between Punta Gobernador and south of Talara, between 10 and 30 nm, while the last station was located south of Punta La Negra, at 10 nm offshore. We only found larvae of this species at two stations: off Puerto Pizarro and Punta Gobernador, located 30 and 10 nm offshore, respectively, with a mean abundance of 3 larvae/m² (Fig. 6)

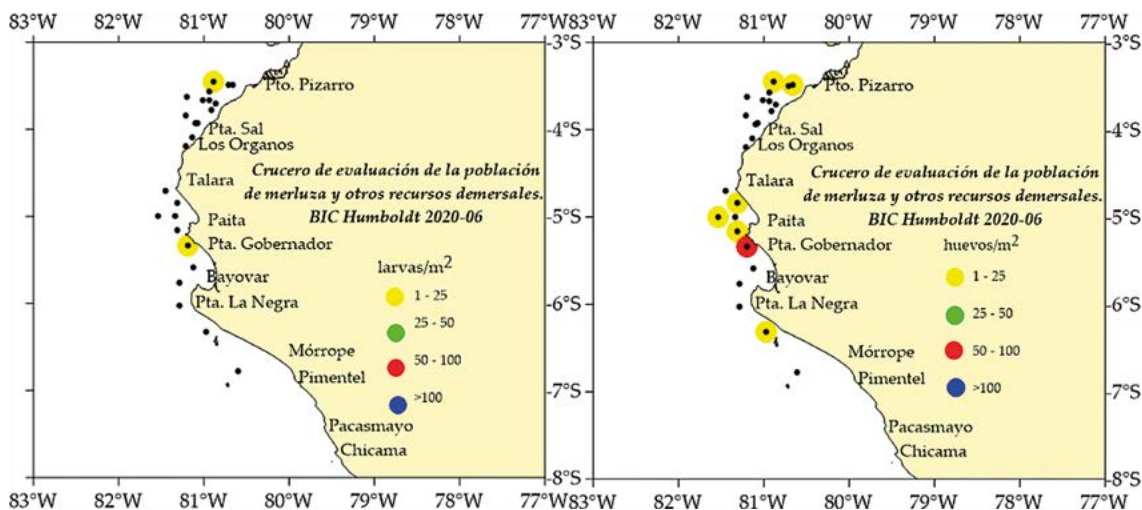


Figura 6.- Distribución de huevos y larvas de *Merluccius gayi peruanus*. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 6. Distribution of *Merluccius gayi peruanus* eggs and larvae. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

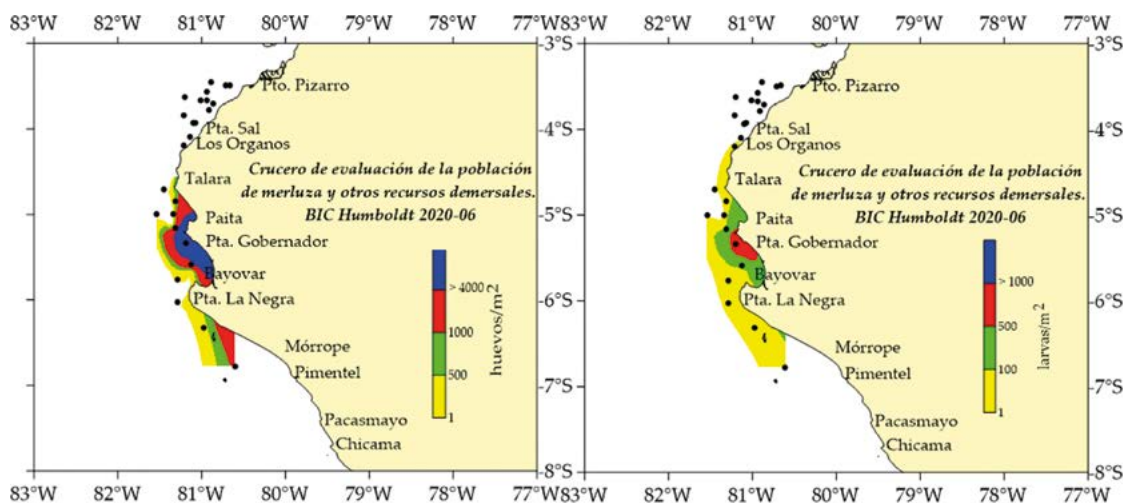


Figura 7.- Distribución de: huevos y larvas de *Engraulis ringens*. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 7. Distribution of: *Engraulis ringens* eggs and larvae. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

***Engraulis ringens* Jenyns, 1842 “anchoveta”**

La abundancia de huevos y larvas de esta especie estuvo comprendida entre 3 y 17.328 huevos/m² y entre 1 y 152 larvas/m², con frecuencias de 32% y 48%, respectivamente. Los huevos se distribuyeron entre Mórrope y el norte de Paita. Las larvas registraron distribución similar a los huevos, aunque se extendieron al sur de Los Órganos. En ambos estadios se determinó mayor abundancia frente a Punta Gobernador, estación localizada a 5 mn de la costa (Fig. 7).

***Engraulis ringens* Jenyns, 1842**

This species showed an abundance of eggs and larvae ranging from 3 to 17,328 eggs/m² and 1 to 152 larvae/m², with frequencies of 32% and 48%, respectively. Eggs were distributed between Mórrope and northern Paita. The larvae were distributed similarly to the eggs, although they extended to the south of Los Órganos. Both stages were more abundant off Punta Gobernador, a station located 5 nm offshore (Fig. 7).

Estructura de talla

Se midieron 457 larvas; los rangos variaron entre 1,6 – 2,0 mm y 7,1 – 7,5 mm. Las mayores concentraciones de tallas estuvieron entre los rangos 1,6 y 2,0 mm, de aproximadamente 2 días de vida, distribuidas entre 4°S y 7°S, mientras que larvas más grandes (mayores a 6,0 mm) se localizaron en 5°S, con edad aproximada de 5 días de vida (Fig. 8).

Vinciguerria lucetia (Garman, 1899) “pez luminoso”

Esta especie registró frecuencia de 16% para huevos y 36% para larvas, con densidades que fluctuaron de 3 a 369 huevos/m² y de 3 a 15 larvas/m². Los huevos se distribuyeron entre Los Órganos y Puerto Pizarro desde la zona costera hasta 40 mn de la costa, mientras que las larvas se ubicaron en estaciones frente al sur de Punta Sal y entre Paita y Talara, de 10 a 20 mn de la costa (Fig. 9).

Size structure

457 larvae were measured, whose sizes ranged from 1.6 – 2.0 mm and 7.1 – 7.5 mm. The largest size concentrations were between 1.6 and 2.0 mm, approximately 2 days old, distributed between 4°S and 7°S, while larger larvae (greater than 6.0 mm) were located at 5°S, with an approximate age of 5 days old (Fig. 8).

Vinciguerria lucetia (Garman, 1899)

This species recorded frequencies of 16% for eggs and 36% for larvae, with densities ranging from 3 to 369 eggs/m² and 3 to 15 larvae/m². Eggs were distributed between Los Órganos and Puerto Pizarro, from the coastal zone up to 40 nm offshore, while larvae were located in stations off Punta Sal and between Paita and Talara, from 10 to 20 nm offshore (Fig. 9).

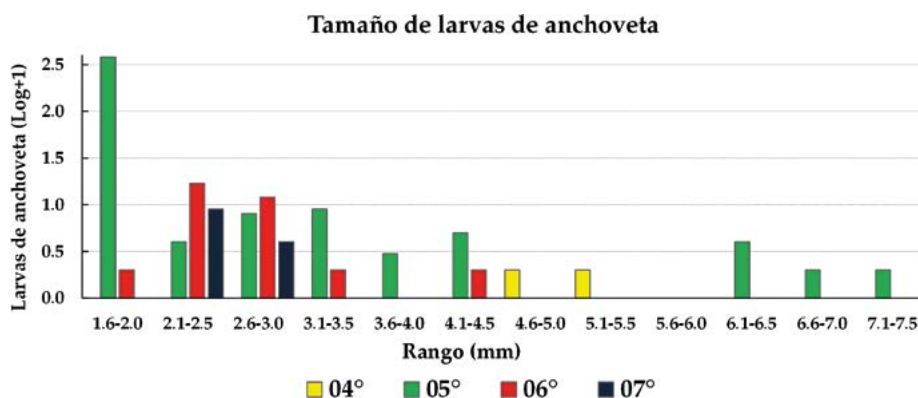


Figura 8.- Tamaño de larvas de anchoveta por grado latitudinal. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 8. Size of *E. ringens* larvae by latitudinal grade. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

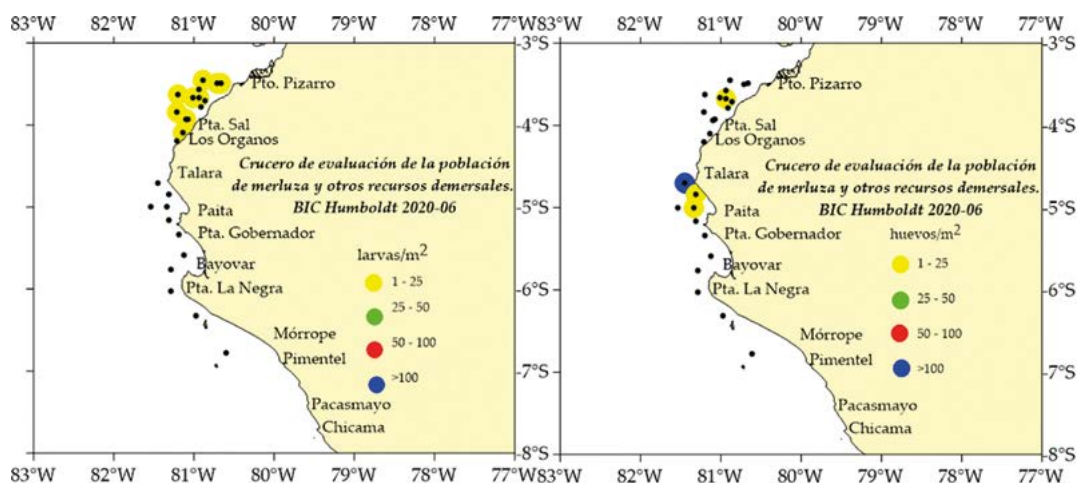


Figura 9.- Distribución de huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia*. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 9. Distribution of *Vinciguerria lucetia* eggs and larvae. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

***Diogenichthys laternatus* (Garman, 1899) “pez linterna”**

Dentro de la familia Myctophidae se determinó larvas de seis especies y tres géneros de los cuales, la especie *D. laternatus* presentó mayor frecuencia (44%) y abundancia entre 3 y 96 larvas/m². Su distribución estuvo en un área bien definida, observándose concentraciones importantes entre Punta Sal y Puerto Pizarro en estaciones tanto costeras como oceánicas (Fig. 10).

Eufáusidos

Las mayores frecuencias fueron registradas para los estadios caliptopis (88%) y furciliás (92%). Dentro de la familia Euphausiidae se determinaron 2 géneros y 4 especies; la más frecuente fue *Nyctiphanes simplex* (68%) en estadios adultos y juveniles, seguidas de *Euphausia lamelligera* y *E. mucronata* con frecuencias de 20%, en tanto que el género *Stylocheiron* en estadios furciliás registró el 64%, mientras que en estadio juvenil y adulto fue 16% (Tabla 2).

Los estadios caliptopis y furciliás estuvieron distribuidos en casi toda el área evaluada fluctuando de 15 a 32.352 Ind./m² y de 6 a 39.552 Ind./m², respectivamente, observándose a los estadios caliptopis en dos áreas, la primera entre Bayóvar y Talara y la segunda entre Punta Sal y Puerto Pizarro con núcleos importantes entre 501 y 1000 Ind./m², mientras que estadios de furcilia registraron las mayores concentraciones (> 1000 Ind./m²) en áreas entre Punta Gobernador y sur de Talara y de Los Órganos a Puerto Pizarro (Fig. 11).

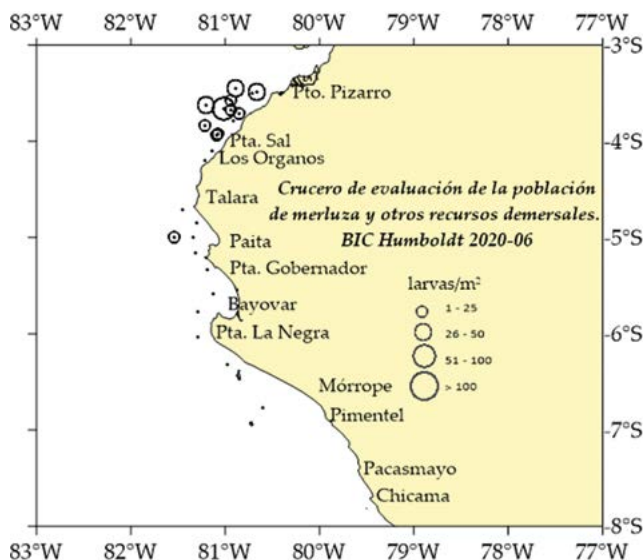


Figura 10.- Distribución larvas de *Diogenichthys laternatus*. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 10. Distribution of *Diogenichthys laternatus* larvae. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

***Diogenichthys laternatus* (Garman, 1899)**

Larvae of six species and three genera were determined within the family Myctophidae, of which the species *D. laternatus* had the highest frequency (44%) and abundance between 3 and 96 larvae/m². They were distributed in a well-defined area, with important concentrations observed between Punta Sal and Puerto Pizarro in both coastal and oceanic stations (Fig. 10).

Euphausiids

The calyptosis (88%) and furcilia (92%) stages were the most frequent. We determined 2 genera

Tabla 2.- Frecuencia de estadios de eufáusidos. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Table 2. Frequency of euphausiid stages. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

Clase	Genero	Especie	Estadio	Abund. Min.	Abund. Max.	Abund. Total	Est. (+)	Frec. (%)
Malacostraca	Euphausia	<i>Euphausia lamelligera</i>	(juvenil + adulto)	6	78	117	5	20.0
Malacostraca	Euphausia	<i>Euphausia mucronata</i>	adulto	24	66	90	2	8.0
Malacostraca	Euphausia	<i>Euphausia</i> sp.	juvenil	6	1794	2658	6	24.0
Malacostraca	Nyctiphanes	<i>Nyctiphanes simplex</i>	(juvenil + adulto)	3	942	3447	17	68.0
Malacostraca	Stylocheiron	<i>Stylocheiron affine</i>	adulto	3	12	39	5	20.0
Malacostraca	Stylocheiron	<i>Stylocheiron</i> sp.	furcilia	3	19968	20565	16	64.0
Malacostraca	Stylocheiron	<i>Stylocheiron</i> sp.	(juvenil + adulto)	3	27	51	4	16.0
Malacostraca	No determinado	No determinado	caliptopis	15	32352	49221	22	88.0
Malacostraca	No determinado	No determinado	furcilia	6	39552	118824	23	92.0
Malacostraca	No determinado	No determinado	metanauplio	6	303	456	9	36.0

En la figura 12, se muestra la distribución de las principales especies determinadas en el área evaluada, así tenemos que *Nictyphanes simplex* en estadios juvenil y adulto registraron frecuencia del 68% con abundancias entre 3 y 942 Ind./100 m², observándose dos núcleos importantes, el primero entre sur de Punta La Negra y frente a Paita y el segundo entre Los Órganos y Puerto Pizarro, en estaciones localizadas entre 10 y 30 mn de la costa.

Stylocheiron sp. en estadio de furcilia registró frecuencia de 64% con valores entre 3 y 19.968 Ind./m² distribuidos al sur de Punta La Negra, frente a Punta Gobernador y Paita así como entre Punta Sal y Puerto Pizarro dentro de las 30 mn de la costa, mientras que la especie *S. affine* tuvo la distribución más dispersa longitudinalmente, observándose frente a Punta La Negra, Paita, Los Órganos y sur de Puerto Pizarro, con abundancias entre 3 y 12 Ind./m², en estaciones localizadas a distancia máxima de 20 mn de la costa (Fig. 12).

Copépodos indicadores de masas de agua

Dentro del área evaluada se determinó al copépodo *Centropages brachiatus*, indicador de aguas costeras frías (ACF) localizado en 5°S, 6°S y 7°S, en estaciones cercanas a la costa, mientras que, entre 3°S y 6°S se observaron a los copépodos *Acartia danae*, *Calocalanus pavo*, *C. plumulosus*, *Mecynocera clausi* y *Triconia conifera*, relacionados a ASS. Se determinó al copépodo *C. furcatus* entre 3°S y 5°S asociados principalmente al AES, lo que evidencia aguas de mezcla entre las ASS y AES, dentro de las 50 mn de la costa (Fig. 13).

and 4 species within the family Euphausiidae, with *Nictyphanes simplex* being the most frequent (68%) in adult and juvenile stages, followed by *Euphausia lamelligera* and *E. mucronata* with frequencies of 20%, while the genus *Stylocheiron* recorded 64% in furcilia stages, while in juvenile and adult stages it was 16% (Table 2).

The calyptopis and furcilia stages were distributed over almost the entire study area, ranging from 15 to 32,352 Ind./m² and 6 to 39,552 Ind./m², respectively. Calyptopis stages were observed in two areas, the first between Bayóvar and Talara and the second between Punta Sal and Puerto Pizarro, with important nuclei between 501 and 1000 Ind./m², while furcilia stages recorded the highest concentrations (> 1000 Ind./m²) between Punta Gobernador and south of Talara and from Los Órganos to Puerto Pizarro (Fig. 11).

Figure 12 shows the distribution of the main species determined in the study area. Thus, *Nictyphanes simplex* in juvenile and adult stages had a frequency of 68% with abundances between 3 and 942 Ind./100 m², with two important nuclei observed, the first between the south of Punta La Negra and off Paita and the second between Los Órganos and Puerto Pizarro, in stations located between 10 and 30 nm offshore.

Stylocheiron sp. in furcilia stage recorded a frequency of 64% with values between 3 and 19,968 Ind./m² distributed south of Punta La Negra, off Punta Gobernador, and Paita as well as between Punta Sal and Puerto Pizarro within

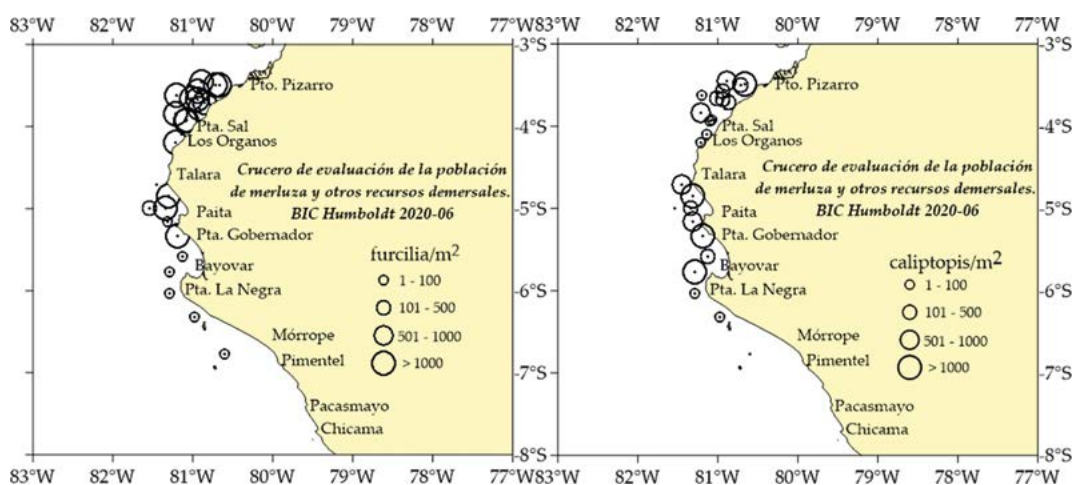


Figura 11.- Distribución de estadios calyptopis y furciliás. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 11. Distribution of calyptopis and furcilia stages. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

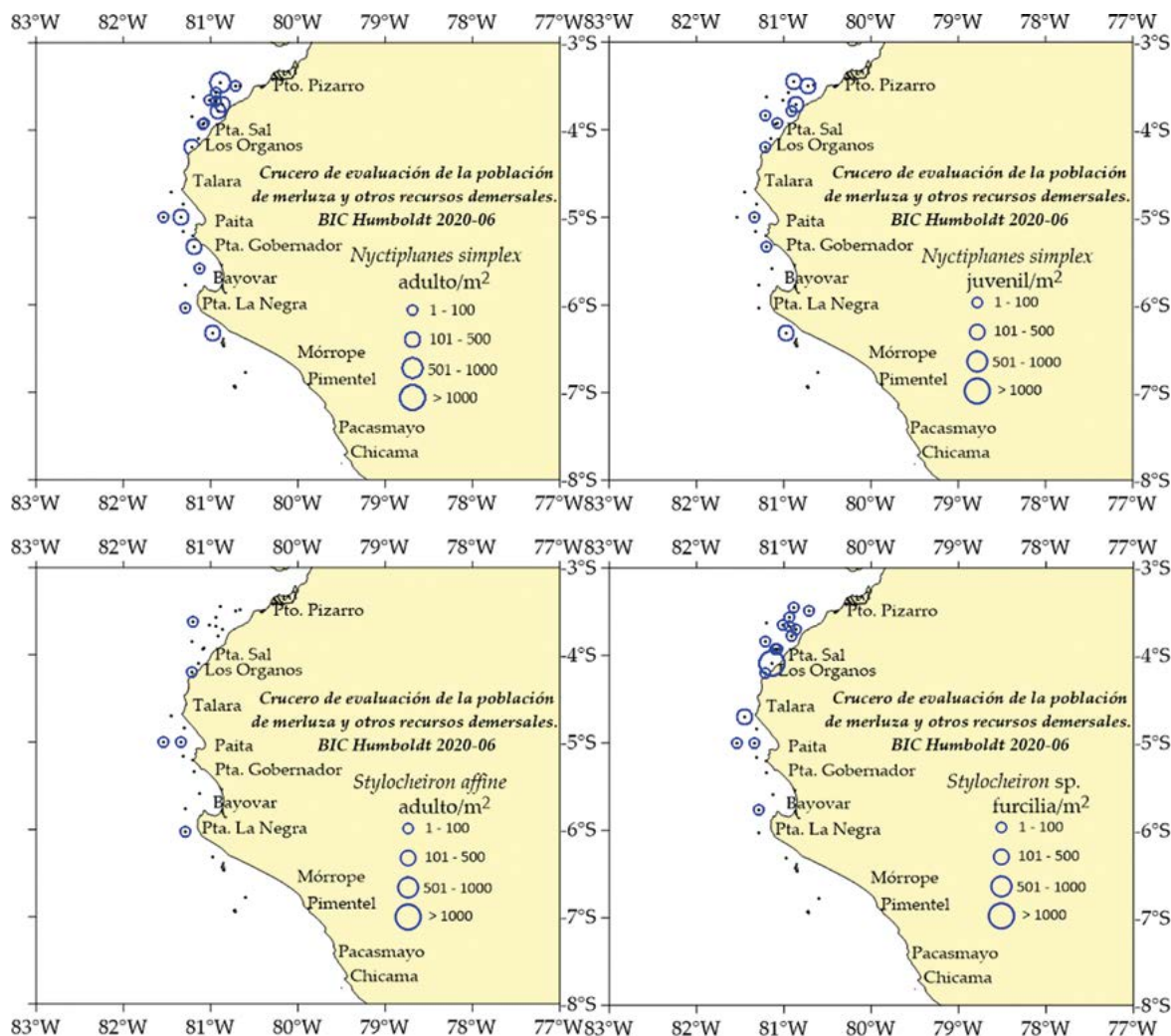


Figura 12.- Distribución de *Nyctiophanes simplex* en estadios adulto y juvenil, *Stylocheiron* sp. en estadio furcilia y adultos de *Stylocheiron affine*. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 12. Distribution of *Nyctiophanes simplex* in adult and juvenile stages, *Stylocheiron* sp. in furcilia stage, and adults of *Stylocheiron affine*. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

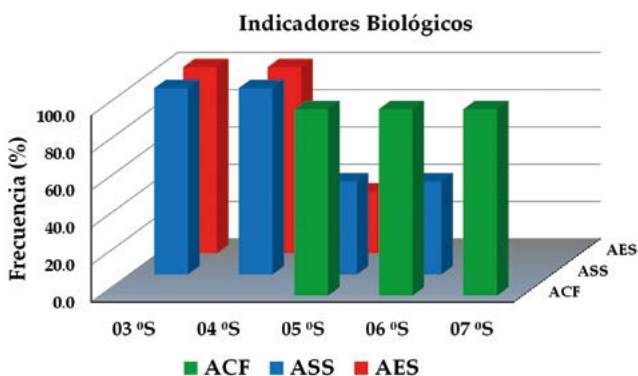


Figura 13.- Indicadores biológicos de zooplancton. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 13. Biological indicators of zooplankton. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

30 nm offshore. *S. affine* had a more longitudinally dispersed distribution, being observed off Punta La Negra, Paita, Los Órganos, and south of Puerto Pizarro, with abundances between 3 and 12 Ind./m², in stations located at a maximum distance of 20 nm offshore (Fig. 12).

Copepods indicators of water masses

The copepod *Centropages brachiatus*, which is cold coastal water (CCW) indicator, was found within the study area at 5°S, 6°S, and 7°S, in nearshore stations, while the copepods *Acartia danae*, *Calocalanus pavo*, *C. plumulosus*, *Mecynocera clausi*, and *Triconia conifera* were observed between 3°S and 6°S, related to SSW. The copepod *C. furatus* was determined between 3°S and 5°S mainly

Composición del zooplancton

Se realizó un análisis cualitativo de las especies del zooplancton determinando 19 clases. Hexanauplia (Copepoda) presentaron 61 especies, seguidas de Gastropoda (16 especies), Malacostraca (Orden: Mysida, Amphipoda, Cumacea, Decapoda, Stomatopoda e Isopoda) con 15 especies, entre otros.

Los grupos más frecuentes fueron Hexanauplia (Copepoda), Malacostraca (Orden: Mysida, Amphipoda, Cumacea, Decapoda, Stomatopoda e Isopoda). Appendicularia y Sagittoidea se encontraron en 100%, seguidas del grupo Polychaeta (92%), Hydrozoa (88%), Gastropoda (80%), Ostracoda (80%), Bivalvia (76%), Cirripezia (64%), Gymnolaemata (52%), Cephalopoda (52%), Thaliacea (48%), Lingulata (28%), Tentaculata (24%), Branchiopoda (24%), Phoronida (20%), Leptocardii (16%) y Foraminíferos (12%) (Fig. 14).

associated with ESW, which is evidence of the occurrence of mixing waters (SSW+ESW) within 50 nm offshore (Fig. 13).

Zooplankton composition

We performed a qualitative analysis of the zooplankton species, determining 19 classes. Hexanauplia (Copepoda) was made up of 61 species, followed by Gastropoda (16 species), Malacostraca (Order: Mysida, Amphipoda, Cumacea, Decapoda, Stomatopoda, and Isopoda) with 15 species, among others.

The most frequent groups were Hexanauplia (Copepoda), Malacostraca (Order: Mysida, Amphipoda, Cumacea, Decapoda, Stomatopoda, and Isopoda). Appendicularia and Sagittoidea were found in 100% followed by the Polychaeta group (92%), Hydrozoa (88%), Gastropoda (80%), Ostracoda (80%), Bivalvia (76%), Cirripezia (64%), Gymnolaemata (52%), Cephalopoda (52%), Thaliacea (48%), Lingulata (28%), Tentaculata (24%), Branchiopoda (24%), Phoronida (20%), Leptocardii (16%), and Foraminifera (12%) (Fig. 14).

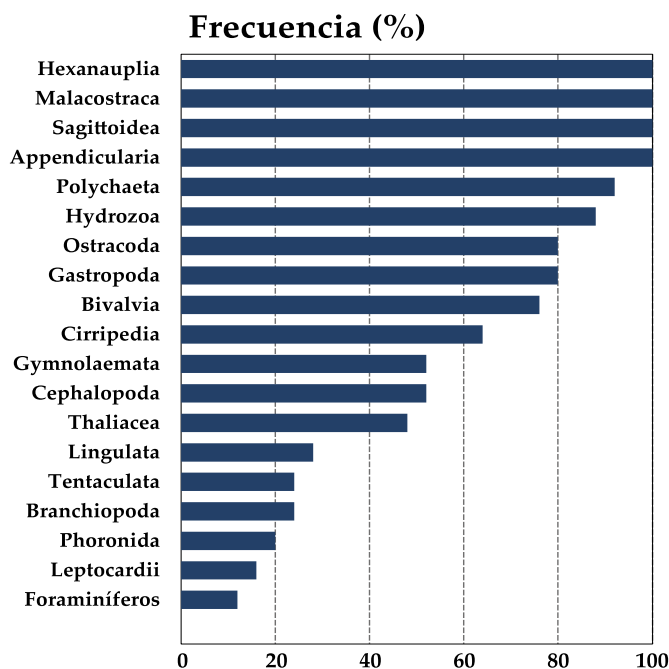


Figura 14.- Frecuencia de los grupos de zooplancton. Crucero de Evaluación de Merluza y otros Recursos Demersales, otoño 2020-06. BIC Humboldt

Figure 14. Frequency of zooplankton groups. Research Cruise targeting Hake and other Demersal Resources, autumn 2020-06. R/V Humboldt

4. DISCUSIÓN

En el área de estudio, durante el otoño 2020 las masas de agua fueron ATS y AES, con condiciones cálidas al norte de Talara ($4^{\circ}34'S$). Las ACF se localizaron dentro de las 15 mn de Paita a Chicama y las ASS se ubicaron por fuera de las 60 mn frente a Chicama. La distribución del oxígeno disuelto en la superficie mostró concentraciones superficiales asociadas a ATS, AES y ASS, registrándose zonas de afloramiento frente a Paita, Punta La Negra y Chicama. Para el otoño 2018, ATS y AES se ubicaron desde el sur de Punta Sal ($4^{\circ}2'S$) con condiciones ligeramente cálidas desde Punta Sal, lo que significó menor dispersión de esas dos masas de agua con respecto al otoño 2020. Las ACF en el otoño 2018, se ubicaron desde 100 mn de Paita hasta Chimbote, las aguas de mezcla (ACF y ASS) se ubicaron desde 40 mn de Chimbote, no se registraron rangos salinos típicos de las ASS (salinidades $>35,1$ ups). Cabe destacar que para el otoño 2018 las condiciones ambientales fueron frías tipo La Niña (Crucero 2018, datos no publicados); el OSM tuvo rangos de 3,0 a 5,5 mL/L; las principales zonas de afloramiento, al igual que en el otoño 2020, fueron: Paita, Punta La Negra y Chicama, aunque con mayor amplitud longitudinal.

Los biovolúmenes de zooplancton en la zona norte tuvieron distribución similar al del 2019, con valores $>5,0$ mL/muestra desde Mórrope hasta Talara; y $<10,0$ mL/muestra frente a Talara y a Punta Sal y con distribución más oceánica. Sin embargo, en el 2019 hubo mayor área muestreada, desde Punta Chao hasta Chicama; cuando los valores estuvieron por encima de 20,0 mL/muestra y distribuidos más al sur (Salaverry-Pimentel); asociados a ASS (R. Quesquén, observación personal), a diferencia del 2020, que estuvieron limitados a la zona norte de Puerto Pizarro.

La distribución espacial de huevos de anchoveta observada en este muestreo (otoño 2020) fue normal, registrando las mayores concentraciones en la zona costera frente a Paita. Cabe señalar que en la zona centro no hay evidencia por muestreo, si la comparamos con información histórica (SANTANDER, 1981) y la observada durante el otoño 2019, esta última localizada en la zona costera frente a Paita y Chicama-Salaverry (R. Quesquén, obs. Personal).

4. DISCUSSION

In autumn 2020, we detected TSW and ESW water masses, with warm conditions north of Talara ($4^{\circ}34'S$). CCWs were located within 15 nm from Paita to Chicama and ESWs were located outside 60 nm off Chicama. Dissolved oxygen showed a surface distribution associated with TSW, ESW, and SSW, with upwelling areas recorded off Paita, Punta La Negra, and Chicama. In autumn 2018, TSW and ESW occurred south of Punta Sal ($4^{\circ}2'S$) with slightly warmer conditions from Punta Sal, resulting in less dispersion of these two water masses compared to autumn 2020. CCWs were located from 100 nm between Paita and Chimbote in autumn 2018, and the mixing waters (CCW+SSW) were located from 40 nm from Chimbote; no haline ranges typical of SSWs (salinities >35.1 PSU) were recorded. It is noteworthy that environmental conditions were cold, La Niña-type conditions, in autumn 2018 (Cruise 2018, unpublished data); the SSO ranged from 3.0 to 5.5 mL/L and the main upwelling areas, as in autumn 2020, were: Paita, Punta La Negra, and Chicama, although with a greater longitudinal amplitude.

Regarding zooplankton biovolumes, they had a similar distribution in the northern zone during 2019, with values >5.0 mL/sample from Mórrope to Talara and values <10.0 mL/sample with a more oceanic distribution off Talara to Punta Sal. Nevertheless, a larger area was sampled in 2019, from Punta Chao to Chicama, where values above 20.0 mL/sample were distributed further south (Salaverry-Pimentel); associated with SSW (R. Quesquén, personal obs.). Conversely, the study area was limited to the area north of Puerto Pizarro in 2020.

The spatial distribution of *E. ringens* eggs observed in our sampling (autumn 2020) was normal, with the highest concentrations occurring in the coastal zone off Paita. We should note that in the central zone there is no evidence due to sampling, if we compare it with historical information (SANTANDER, 1981) and that observed in autumn 2019, the latter located in the coastal zone off Paita and Chicama-Salaverry (R. Quesquén, personal obs.).

Los huevos de merluza tuvieron dos zonas focalizadas, frente a Puerto Pizarro y a Paita; el primero relacionado a AES y el segundo a aguas de mezcla de ASS y ACF; a diferencia del 2019 cuando estuvieron más dispersos en su distribución. De igual manera, la distribución de las larvas de merluza en este crucero se presentó en solo dos estaciones: frente a Puerto Pizarro y Punta Gobernador, a diferencia del 2019, donde solo estuvieron concentradas más al sur desde Punta La Negra hasta Punta Chao (R. Quesquén, obs. personal). El desove principal de la merluza es en invierno (SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO, 1969), la presencia continua del desove en otoño registrado en los últimos años puede indicar un cambio de comportamiento reproductivo de la especie, mostrando posibles variaciones, debiéndose realizar muestreos específicos y adecuados para verificar que su comportamiento reproductivo cambiará como una estrategia para asegurar mayor probabilidad de supervivencia en diferentes épocas del año, en lugar de un solo momento o periodo, debido probablemente a la variabilidad de las condiciones.

En relación con los indicadores biológicos, el copépodo *Centropages brachiatus* (indicador de ACF) tuvo la misma distribución que el 2019, distribuyéndose desde 5°S hasta 9°S; al igual que el indicador de AES, el copépodo *Centropages furcatus*, encontrándose el 2019 y 2020 desde 3°S hasta 5°S (Informe Ejecutivo⁴ 2019, crucero de evaluación de la población de merluza y otros demersales). En ambas épocas muestreadas, la presencia de especies indicadoras de zooplancton ha coincidido con las condiciones oceanográficas, estas especies determinadas *in situ* respaldarían la distribución espacial de las especies clave dentro del ecosistema, como la anchoveta, merluza, vinciguerría y eufáusidos.

La especie *E. mucronata* es un eufáusido endémico de la corriente peruana y *N. simplex* especie asociada principalmente con las ASS (Quesquén y Ayón⁵, 2006), son parte de la dieta de la anchoveta, así como de otros peces. Estas especies fueron registradas en concentraciones importantes en la zona norte, durante las evaluaciones del 2018 y

The *M. gayi peruanus* eggs had two focal zones, off Puerto Pizarro and Paita. The former was related to ESW and the latter to mixing waters (SSW+CCW), unlike in 2019 when they were more scattered. The distribution of its larvae during this cruise also occurred in only two stations: off Puerto Pizarro and Punta Gobernador, unlike in 2019, where they were only concentrated further south from Punta La Negra to Punta Chao (R. Quesquén, personal obs.). For *M. gayi peruanus*, the main spawning season is in winter (SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO, 1969), but in recent years, the continuous presence of spawning in autumn may indicate a change in the reproductive behavior of the species, with possible variations, and specific and adequate sampling should be carried out to verify that their reproductive behavior will change as a strategy to ensure a greater probability of survival at different times of the year, rather than at a single time or period, probably due to the variability of the conditions.

Regarding biological indicators, the copepod *Centropages brachiatus* (CCW indicator) had the same distribution as in 2019, being found from 5°S to 9°S; as well as the copepod *Centropages furcatus* (ESW indicator), found in 2019 and 2020 from 3°S to 5°S (Executive Report⁴ 2019, stock assessment cruise targeting hake and other demersal species). In both periods, the presence of zooplankton indicator species coincided with oceanographic conditions. These species determined *in situ* would support the spatial distribution of key species within the ecosystem, such as *Engraulis ringens*, *Merluccius gayi peruanus*, *Vinciguerria lucetia*, and euphausiids.

E. mucronata is an endemic euphausiid of the Peruvian current and *N. simplex* is mainly associated with SSW (Quesquén & Ayón⁵, 2006). Both species are part of the diet of *E. ringens*, as well as that of other fish. These species were recorded, with important concentrations, in the northern zone, during the 2018 and 2020 assessments. Likewise, the calyptopis and furcilia stages recorded significant densities in

⁴ Informe Ejecutivo, 2019. Crucero de evaluación de la población de merluza y otros demersales en el otoño de 2019, del 08 de mayo al 15 de junio. Cr. 1905-06 BIC. José Olaya.

⁵ Quesquén, R., Ayón, P. (2006). Biovolúmenes de zooplancton, eufáusidos e ictioplancton de la costa peruana, primavera 2006. (Callao, 2012-07) LZPS

2020. Así mismo, los estadios caliptopis y furciliás durante los años 2015 (ARONÉS y NAKAZAKI, 2019), 2016 (ARONÉS y CORREA, 2019), 2017 (ARONÉS *et al.*, 2019), 2018 (Orosco, comunicación personal) y 2020 registraron considerables densidades; esto permite inferir que el desarrollo del proceso reproductivo de este grupo de eufáusidos se da principalmente en otoño.

5. CONCLUSIONES

El ambiente marino en la zona norte del mar peruano entre Puerto Pizarro y Chicama - Salaverry durante el otoño 2020 mostró dos áreas bien definidas, una al norte de Talara con condiciones cálidas y anomalías de hasta +3,9 °C en donde se presentaron las ATS y ASS, la segunda área entre Paita y Chicama con características casi normales y ACF dentro de las 15 mn y aforamiento restringido en la parte costera con valores menores a 3,0 mL/L, en tanto que, por fuera de las 60 mn frente a Chicama se observaron las ASS.

Los biovolúmenes estuvieron entre 1,0 y 23,0 mL/muestra, valores de 10,1 a 20,0 mL/muestra registraron la mayor frecuencia (48%) distribuidas desde Talara hasta el norte de Punta Sal.

En el ictioplancton predominaron huevos de la familia Synodontidae y larvas de Engraulidae siendo los más frecuentes (56%), seguidos de larvas de la familia Sciaenidae y la especie *Prionotus stephanophrys* (52%), larvas de *Engraulis ringens* y *Bregmaceros bathymaster* registraron ocurrencia de 48%. Huevos y larvas de *Vinciguerria lucetia*, presentaron frecuencias de 16% y 36%, respectivamente.

Los eufáusidos estuvieron conformados por cuatro especies, siendo la especie más frecuente *Nictyphanes simplex* (68%) en estadios adultos y juveniles, seguida de las especies *Euphausia lamelligera* y *Stylocheiron affine* con frecuencias de 20% y *E. mucronata* que registró 8% de frecuencia. Así mismo, se apreció predominancia de estadios caliptopis (88%) y furciliás (92%), evidenciando el proceso reproductivo de este grupo.

La distribución de los indicadores biológicos mostró presencia de aguas costeras frías en casi toda el área evaluada, excepto al norte de Paita donde fue normal la ocurrencia de indicadores de ASS y AES.

2015 (ARONÉS & NAKAZAKI, 2019), 2016 (ARONÉS & CORREA, 2019), 2017 (ARONÉS *et al.*, 2019), 2018 (Orosco, personal communication), and 2020. Therefore, we can infer that the development of the reproductive process of this group of euphausiids occurs mainly in autumn.

5. CONCLUSIONS

In autumn 2020, the marine environment in the northern Peruvian sea, between Puerto Pizarro and Chicama - Salaverry, showed two well-defined areas, one north of Talara with warm conditions and anomalies of up to +3.9 °C where TSW and SSW occurred and the second area between Paita and Chicama with almost normal characteristics and CCW within 15 nm and restricted coastal upwelling with values below 3.0 mL/L, while outside 60 nm off Chicama, SSWs were observed.

Biovolumes ranged from 1.0 to 23.0 mL/sample, with values of 10.1 to 20.0 mL/sample being the most frequent (48%) distributed from Talara to the north of Punta Sal.

Regarding ichthyoplankton, eggs of the family Synodontidae and Engraulidae larvae were the most frequent (56%), followed by larvae of the family Sciaenidae and the species *Prionotus stephanophrys* (52%), larvae of *Engraulis ringens* and *Bregmaceros bathymaster* occurred 48% of the time. *Vinciguerria lucetia* eggs and larvae showed frequencies of 16% and 36%, respectively.

Euphausiids were made up of four species, with *Nictyphanes simplex* being the most frequent (68%) in adult and juvenile stages, followed by *Euphausia lamelligera* and *Stylocheiron affine* with frequencies of 20%, and *E. mucronata* with 8% frequency. Likewise, there was a predominance of calyptopis (88%) and furcilia (92%) stages, which evidences the reproductive process of this group.

The distribution of biological indicators indicated the presence of CCW in almost all the sampled areas, except to the north of Paita, where the occurrence of SSW and ESW indicators was normal.

Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento a la Coordinadora del Área Funcional de Investigaciones Oceanográficas Blga. Patricia Ayón Dejo por el apoyo en la determinación del ictioplancton y revisión del presente informe, así como al Tec. Christian Saba Yovera por la recolecta de muestras de zooplancton y al personal del BIC Humboldt por el apoyo logístico en el presente crucero.

Acknowledgments

We would like to express our gratitude to the Biol. Patricia Ayón Dejo, Coordinator of the Functional Area of Oceanographic Research, for her support in the determination of ichthyoplankton and the review of this report, as well as to Tec. Christian Saba Yovera for the collection of zooplankton samples and to the staff of R/V Humboldt for the logistical support during this cruise.

6. REFERENCIAS / REFERENCES

- ARONÉS, K., CORREA, J. (2019). Biovolúmenes del zooplancton. Distribución y abundancia de eufáusidos e ictioplancton, frente a la costa peruana. Otoño 2016. Bol Inst Mar Perú, 34(2), 489-502.
- ARONÉS, K., NAKAZAKI, C. (2019). Ictioplancton y eufáusidos frente a la costa peruana durante el otoño 2015. Bol Inst Mar Perú, 34(2), 473-488.
- ARONÉS, K., PINEDO, E., NAKAZAKI, C. (2019). Ictioplancton y eufáusidos frente a la costa peruana, durante el otoño 2017. Bol Inst Mar Perú, 34(2), 503-518.
- BOLTOVSKOY, D. (Ed.). (1999). Zooplankton. South Atlantic. Backhuys Publishers, Leiden, I, II, 1706 pp.
- CARRIT, D. E., CARPENTER, J. H. (1966). Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater. J. Mar. Res., 24, 286-318.
- COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "El Niño" – ENFEN. (2020a). Comunicado Oficial ENFEN N° 01-2020. <http://enfen.gob.pe/download/comunicado-oficial-enfen-n-01-2020/?wpdmdl=1480&refresh=5e8726c2ac81585915586>
- COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "El Niño" – ENFEN. (2020b). Comunicado Oficial ENFEN N° 02-2020. <http://enfen.gob.pe/download/comunicado-oficial-enfen-n-02-2020/?wpdmdl=1486&refresh=5e8726c2aa9d51585915586>
- COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "El Niño" – ENFEN. (2020c). Comunicado Oficial ENFEN N° 03-2020. <http://enfen.gob.pe/download/comunicado-oficial-enfen-n-03-2020/?wpdmdl=1497&refresh=5e8726c2a85e81585915586>
- EINARSSON, H., ROJAS DE MENDIOLA, B. (1963). Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Bol Inst Invest Recurs Mar, 1(1), 1-23.
- KRAMER, D., KALIN, M. J., STEVENS, E. G., THRAILKILL, J. R., ZWEIFEL, J. R. (1972). Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. NOAA Technical Report NMFS, Circ-370. U. S. Department of Commerce, NOAA, National Marine Fisheries Service: Seattle, WA. 38 pp.
- MOSER, H. (1996). The Early Stages of Fishes in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, Atlas N° 33, 1505 pp.
- PALOMARES, M. L., MUCK, P., MENDO, J., CHUMÁN, E., GÓMEZ, O., PAULY, D. (1987). Growth of the Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*), 1953 to 1982. In Pauly, D. and I. Tsukayama, Editors. The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. ICLARM Studies and reviews 15, 351, Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú.
- ROJAS DE MENDIOLA, B., GÓMEZ, O. (1981). Daily otolith rings in otoliths of larval anchovy (*Engraulis ringens*). Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer., 178, 565-566.
- SANTANDER, H. (1981). Patrones de distribución y fluctuaciones de desoves de anchoveta y sardina. En: Dickiev Valdivia (eds.). Investigación cooperativa de la anchoveta y su ecosistema (ICANE) entre Perú y Canadá. Bol Inst Mar Perú, Vol. Extraordinario, 180-192.
- SANTANDER, H., SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1981). Algunos indicadores biológicos del ictioplancton. En: Memorias, Seminario sobre indicadores biológicos del ictioplancton (8-11 Setiembre 1980), 89-103.
- SANTANDER, H., SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1973). Estudio sobre la primera etapa de vida de la anchoveta. Inf Inst Mar Perú, 4, 1-30.
- SANTANDER, H., SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1969). Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, *Merluccius gayi* (Guichenot) en la costa peruana. Bol Inst Mar Perú, 2 (3), 80-126.
- SANTANDER, H., LUYO, G., CARRASCO, S., VELIZ, M., SANDOVAL, O. (1981). Catálogo de zooplancton en el mar peruano, primera parte: Área Pisco-San Juan. Bol Inst Mar Perú, 6, 1-75.
- VAN GUELPEL, L., MARKLE, D. F., DUGGAN, D. J. (1982). An evaluation of accuracy, precision and speed of several zooplankton-subsampling techniques. Journal du Conseil International pour L'exploration de la Mer, 40, 226-236.