

COMPOSICIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ICTIOPLANCTON ENTRE PAITA (5°00'S) Y BAHÍA INDEPENDENCIA (14°45'S), INVIERNO 2018

COMPOSITION, DISTRIBUTION, AND ABUNDANCE OF ICHTHYOPLANKTON BETWEEN PAITA (5°00'S), AND INDEPENDENCIA BAY (14°45'S), WINTER 2018

Katia Aronés Flores¹

<https://doi.org/10.53554/boletin.v38i2.389>

RESUMEN

ARONÉS FLORES, K. (2023). *Composición, distribución y abundancia del ictioplancton entre Paita (5°00'S) y bahía Independencia (14°45'S), invierno 2018. Bol Inst Mar Perú, 38(2), 237-248.*- Se presenta la composición, distribución y abundancia de especies del ictioplancton obtenidos durante el invierno 2018 en el área comprendida entre Paita (5°00'S) y bahía Independencia (14°45'S). Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 0,012 y 1,989 mL/m³, predominando biovolúmenes menores a 0,2 mL/m³ (49%), principalmente sobre la plataforma continental. Se determinaron 20 especies de ictioplancton agrupadas en 14 familias, siendo la anchoveta *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 la más frecuente y abundante. Los huevos de esta especie fueron 77 % y las larvas 74 % del total de las muestras; sus abundancias fluctuaron entre 3 y 17.916 huevos/m² y entre 3 y 1.677 larvas/m², respectivamente, representando 99 % de la abundancia total del ictioplancton. Otras especies importantes por frecuencia fueron larvas de *Diogenichthys laternatus* (Garman, 1899) "pez Diógenes" (14 %) y *Vinciguerria lucetia* (Garman, 1899) "pez luminoso" (12 %), con bajas densidades en ambos casos.

PALABRAS CLAVE: ictioplancton, biovolúmenes, anchoveta

ABSTRACT

ARONÉS FLORES, K. (2023). *Composition, distribution, and abundance of ichthyoplankton between Paita (5°00'S), and Independencia Bay (14°45'S), winter 2018. Bol Inst Mar Perú, 38(2), 237-248.*- This study presents the composition, distribution, and abundance of ichthyoplankton species collected during winter 2018 in the area spanning from Paita (5°00'S) to Independencia Bay (14°45'S). Zooplankton biovolumes ranged from 0.012 to 1.989 mL/m³, with a prevalence of biovolumes below 0.2 mL/m³ (49 %), primarily over the continental shelf. Twenty ichthyoplankton species belonging to 14 families were identified. *Engraulis ringens* emerged as the most frequent and abundant species. Its eggs accounted for 77 %, and larvae for 74 % of the total samples. Their abundance varied from 3 to 17,916 eggs/m² and 3 to 1,677 larvae/m², constituting 99 % of the total ichthyoplankton abundance. Larvae of *Diogenichthys laternatus* and *Vinciguerria lucetia* were also noticeable, with frequencies of 14 % and 12 % of the samples, respectively. Nonetheless, their abundances were low.

KEYWORDS: ichthyoplankton, biovolumes, *Engraulis ringens*

1. INTRODUCCIÓN

El ictioplancton es un componente importante del plancton por tener gran relevancia en términos de potencial pesquero; especialmente las especies de mayor importancia económica como la anchoveta, jurel, caballa, merluza, entre otros. Las primeras etapas del ciclo de vida de los peces son consideradas las más críticas al ocurrir las mayores tasas de mortalidad, siendo decisivo, por ello, en el número de reclutas que ingresarán a las zonas de pesca, así como al aporte de la nueva biomasa.

1. INTRODUCTION

Ichthyoplankton, a crucial planktonic component, holds immense significance in terms of fishing potential, especially for economically valuable species such as *Engraulis ringens*, *Trachurus murphyi*, *Scomber japonicus*, and *Merluccius gayi peruanus*, among others. The early phases of a fish's life cycle are pivotal, witnessing high mortality rates. Consequently, this period plays a vital role in determining the number of recruits entering fishing grounds and significantly contributes to new biomass generation.

¹ IMARPE, DGIIOC, karones@imarpe.gob.pe, <https://orcid.org/0000-0003-3453-9226>

En el invierno 2018, IMARPE ejecutó un crucero cuyo objetivo principal fue determinar la biomasa desovante de *Engraulis ringens* "anchoveta" durante el período de mayor intensidad del desove, empleando el Método de Producción de Huevos (MPH) (SANTANDER, ALHEIT & SMITH, 1984). Asimismo, se colectaron muestras de ictioplancton para caracterizar la época de reproducción y complementar la información referente a la dinámica poblacional del recurso.

En dicho contexto, el objetivo del presente trabajo es determinar composición, distribución y abundancia de especies ícticas en los primeros niveles de vida registradas entre Paita y bahía Independencia durante el invierno 2018 y analizar su relación con algunas variables oceanográficas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el crucero Método de Producción de Huevos 1808-09, para la estimación de biomasa desovante de anchoveta, fueron recolectadas 86 muestras de zooplancton (56 % de día y 44 % de noche). El crucero fue efectuado del 24 de agosto al 22 de setiembre 2018, a bordo de 2 embarcaciones científicas, BIC José Olaya Balandra y Humboldt, en el área comprendida entre Paita y bahía Independencia, hasta 200 millas desde la costa (Fig. 1).

Para la recolección se empleó una red Hensen de 300 μm de abertura de malla, operada en lances verticales desde la superficie hasta 50 m de profundidad; en estaciones con menor profundidad, se hicieron hasta 10 metros antes del fondo. Las muestras fueron fijadas y preservadas con formaldehído al 2 %.

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Zooplancton y Producción Secundaria (LZPS) de la sede central del IMARPE. Los biovolúmenes de zooplancton fueron obtenidos empleando el método por desplazamiento

In the winter of 2018, IMARPE conducted a cruise with the primary objective of determining the spawning biomass of *E. ringens* during its peak spawning period, employing the Egg Production Method (EPM) as outlined by SANTANDER, ALHEIT & SMITH (1984). Additionally, ichthyoplankton samples were collected to characterize the spawning season and enhance our understanding of the resource's population dynamics.

This study aims to comprehensively analyze the composition, distribution, and abundance of ichthyic species in their early life stages. The data were gathered between Paita and Independencia Bay during the winter of 2018. Furthermore, the study seeks to explore the intricate relationship between these species and specific oceanographic variables. Through this analysis, valuable insights into the dynamics of the marine ecosystem are expected to be revealed.

2. MATERIAL AND METHODS

In the course of the Eggs Production Method (EPM) Cruise 1808-09, dedicated to estimating the spawning biomass of *Engraulis ringens*, a total of 86 zooplankton samples were meticulously gathered (56 % taken during daylight hours and 44 % at night). The cruise spanned from August 24 to September 22, 2018, utilizing two scientific vessels, R/V José Olaya Balandra and Humboldt, operating in the area between Paita and Independencia Bay, extending up to 200 miles off the coast (Fig. 1).

Sampling procedures involved the use of a Hensen net with a mesh opening of 300 μm , towed vertically from the surface to 50 m deep. In shallower regions, tows were conducted up to 10 m above the seabed. All acquired samples underwent fixation and preservation with a 2 % formaldehyde solution.

Back at IMARPE's Zooplankton and Secondary Production Laboratory (Headquarters), zooplankton biovolumes were determined using the displacement method, following the protocol established by KRAMER, KALIN,

to (KRAMER, KALIN, STEVENS, THRAILKILL & ZWEIFEL, 1972), extrayendo a los organismos gelatinosos como medusas o salpas, larvas de peces numerosas y grandes, además de la múnida *Pleuroncodes monodon*.

Para el conteo rápido de las especies más abundantes se empleó el método del Fraccionamiento *Huntsman Marine Laboratory* (HML) también conocido como beaker (VAN GUELPE, MARKLE & DUGGAN, 1982). Los huevos y larvas de peces fueron separados, cuantificados e identificados utilizando los criterios considerados por EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER y SANDOVAL DE CASTILLO (1973) y MOSER (1996).

Se elaboraron tablas de estructura de tallas de larvas de anchoveta, que fueron medidas para tener una aproximación sobre su edad y distribución en el área de estudio. Para ello fueron empleados los criterios considerados por EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963) y ROJAS DE MENDIOLA y GÓMEZ (1981). Para

STEVENS, THRAILKILL & ZWEIFEL (1972). Notably, gelatinous organisms like jellyfish or salps, as well as large and numerous fish larvae and *Pleuroncodes monodon*, were excluded from the analysis to ensure accuracy.

The Huntsman Marine Laboratory (HML) Fractionation method, also known as the beaker method, was employed for rapid assessment of the most abundant species, as described by VAN GUELPE, MARKLE & DUGGAN, 1982. Fish eggs and larvae were meticulously separated, quantified, and identified, following well-established criteria outlined in studies by EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANTANDER & SANDOVAL DE CASTILLO (1973), and MOSER (1996).

To estimate the age and distribution of *E. ringens* larvae, size structure tables were prepared, adhering to the criteria set forth by EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963) and ROJAS DE MENDIOLA & GÓMEZ (1981). Larvae that were damaged or broken were excluded from the size structure analysis. Age calculations

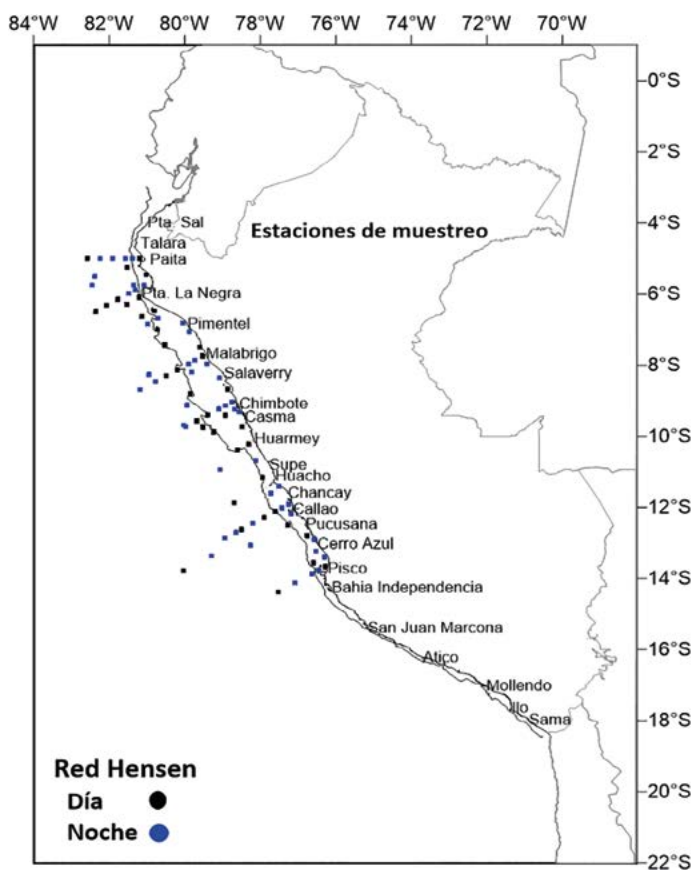


Figura 1.- Posición de las estaciones de muestreo de zooplancton. Crucero MPH 1808-09

Figure 1. Location of zooplankton sampling stations. EPM Cruise 1808-09

el análisis de estructura de tallas no se consideraron las larvas maltratadas ni rotas. Para el cálculo de la edad de las larvas, se asumió una tasa de crecimiento de $0,5 \text{ mm.día}^{-1}$ (SANTANDER & SANDOVAL, 1973), con tamaño de eclosión de 2 mm. Para fines de análisis y comparación, el área de muestreo se separó en zonas: norte ($3^{\circ}30'S - 5^{\circ}59'S$), centro ($6^{\circ}00'S - 13^{\circ}59'S$) y sur ($14^{\circ}00'S - 18^{\circ}20'S$), de acuerdo a los patrones espaciales de las condiciones oceanográficas (CARRASCO & LOZANO, 1989). Asimismo, se agrupó la información en nerítica u oceánica, de acuerdo a si provenía de dentro o fuera de la plataforma, respectivamente.

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

3. RESULTADOS

Biovolúmenes de zooplancton

Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre $0,012$ y $1,989 \text{ mL/m}^3$, con mediana de $0,206 \text{ mL/m}^3$. Los valores menores a $0,2 \text{ mL/m}^3$ fueron los más frecuentes (49 %) en las estaciones distribuidas sobre la plataforma continental a lo largo de la zona evaluada. Frente a Paita, estos valores se localizaron por fuera de la plataforma continental a 80 mn de distancia máxima de costa (Fig. 2).

Los biovolúmenes entre $0,2$ y $0,49 \text{ mL/m}^3$, fueron registrados entre Punta La Negra y Pisco localizándose por fuera de la plataforma continental (33 %). Los biovolúmenes

were based on a growth rate of 0.5 mm/day^{-1} (SANTANDER & SANDOVAL, 1973) and a hatching size of 2 mm. To enhance analytical precision, the study area was divided into three distinct zones: north ($3^{\circ}30'S - 5^{\circ}59'S$), central ($6^{\circ}00'S - 13^{\circ}59'S$), and south ($14^{\circ}00'S - 18^{\circ}20'S$), aligning with the spatial patterns of oceanographic conditions as delineated by CARRASCO & LOZANO (1989). The data were categorized as neritic or oceanic based on their origin inside or outside the continental shelf, respectively.

In presenting the findings, zooplankton biovolumes were expressed in mL/m^3 and ichthyoplankton abundances were documented in ind/m^2 . Community parameters were calculated following the methodology outlined by PIELOU (1984), taking into account species with a relative frequency exceeding 10 % of the total ichthyoplankton. In-depth analyses, including Shannon's diversity index ($H' \log_2$), Evenness (J'), and Species Richness (d), were conducted utilizing the Primer v6 software. For data processing, statistical analyses, and the creation of distribution and abundance maps, Excel, R, and Surfer v15 were employed, respectively.

3. RESULTS

Zooplankton biovolumes

The zooplankton biovolumes displayed a broad spectrum, ranging from 0.012 to 1.989 mL/m^3 , with a median of 0.206 mL/m^3 . Predominantly, biovolumes below 0.2 mL/m^3 were recorded at 49 % of the stations, particularly those located along the continental shelf within the surveyed area. Beyond the continental shelf, off Paita, these lower values stretched up to a significant distance of 80 nm offshore (Fig. 2).

Between Punta La Negra and Pisco, biovolumes ranging from 0.2 to 0.49 mL/m^3 were observed, mainly situated outside the continental shelf (33 %). Additionally, biovolumes within the range of 0.5 to 1 mL/m^3 (14 %) were documented between Punta La Negra and Pimentel, as well as between Chimbote and Independencia Bay. Larger biovolumes, rang-

entre 0,5 y 1 mL/m³ (14 %) fueron observados entre Punta La Negra y Pimentel y entre Chimbote y bahía Independencia. Los biovolúmenes de 1 a 1,49 mL/m³ fueron encontrados frente a Casma y Cerro Azul, mientras que los mayores a 1,5 mL/m³, a 200 mn frente a Pucusana (1 %).

ICTIOPLANCTON

Composición y frecuencia. Se determinaron 20 especies pertenecientes a 14 familias de peces, destacando Engraulidae, Phosichthyidae, Myctophidae, Sciaenidae, Serranidae, Normanichthyidae, Scomberesocidae, Gobiidae (Tabla 1). La especie más abundante fue *Engraulis ringens* "anchoveta", de la familia Engraulidae. Los huevos y larvas de esta especie se registraron en el 94 % del total de las muestras y corresponden al 99 % de la abundancia total del ictioplancton. Otras especies importantes por frecuencia fueron *Diogenichthys laternatus* y *Vinciguerria lucetia* registrándose en el 14 % y 12 % de las muestras.

ing from 1 to 1.49 mL/m³, were identified off Casma and Cerro Azul. Moreover, notably elevated biovolumes exceeding 1.5 mL/m³ were noted 200 nm off Pucusana, constituting a mere 1 % of the observed instances.

ICHTHYOPLANKTON

Composition and frequency. In the examined samples, a diverse array of ichthyoplankton species was identified, totaling 20 distinct species representing 14 different fish families. Key families encompassed Engraulidae, Phosichthyidae, Myctophidae, Sciaenidae, Serranidae, Normanichthyidae, Scomberesocidae, and Gobiidae (Table 1). Notably, *Engraulis ringens* emerged as the most prevalent species, dominating the ichthyoplankton landscape. The eggs and larvae of *E. ringens* were present in a staggering 94 % of the samples, constituting a striking 99 % of the overall ichthyoplankton abundance. Other species of significance in terms of frequency included *Diogenichthys laternatus*, and *Vinciguerria lucetia*, which were present in 14 % and 12 % of the samples, respectively.

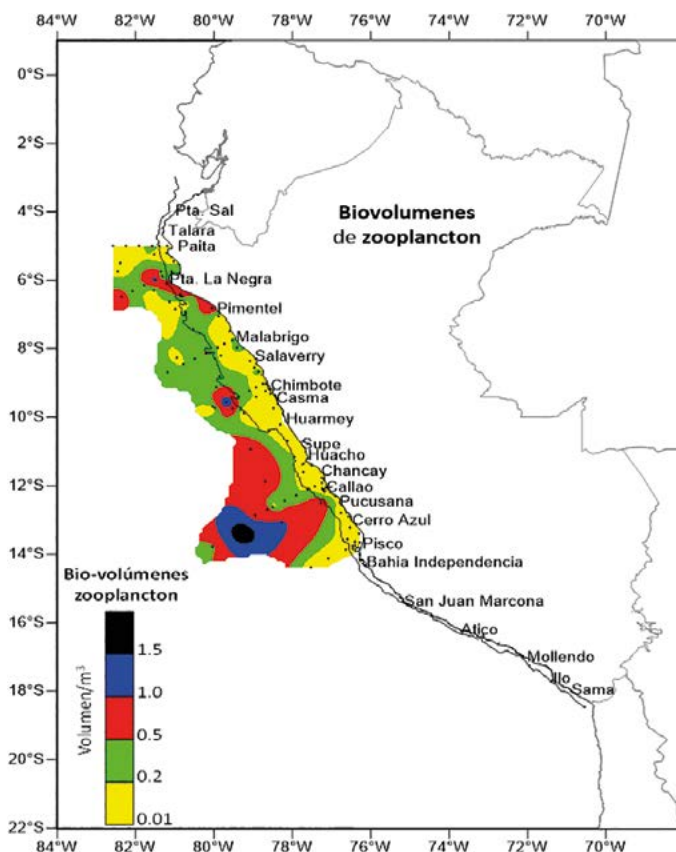


Figura 2.- Distribución de biovolúmenes de zooplancton. Crucero MPH 1808-09
 Figure 2. Zooplankton biovolume distribution. EPM Cruise 1808-09

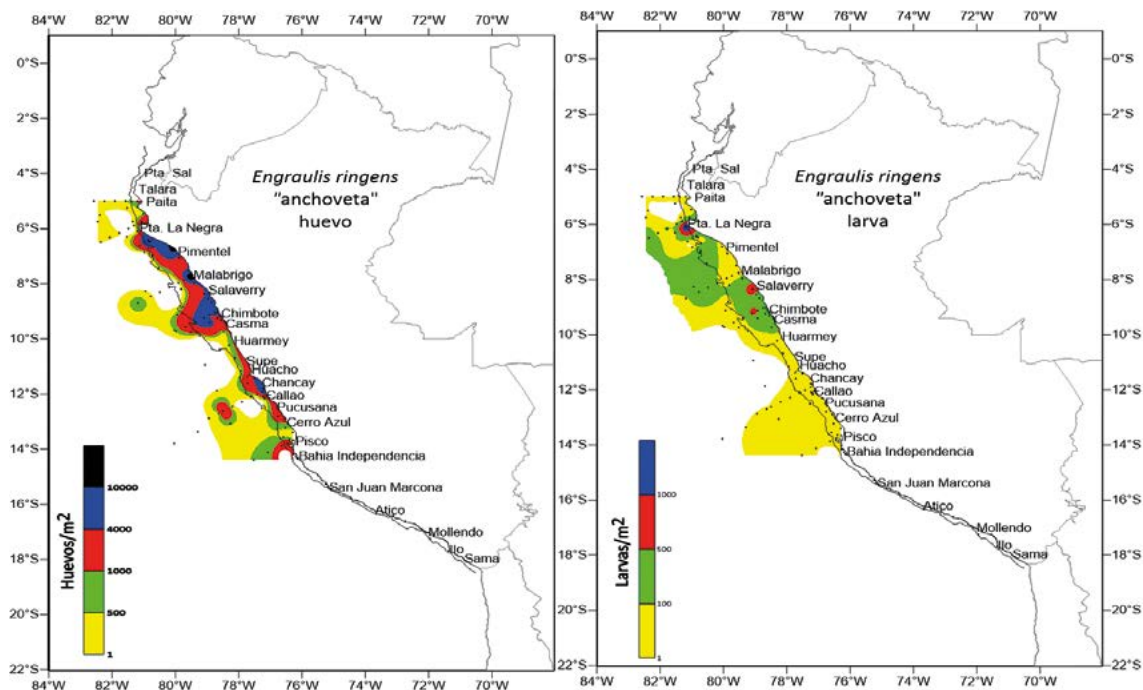


Figura 3.- Distribución y abundancia de (a) los huevos y (b) larvas de *Engraulis ringens* "anchoveta".
Crucero MPH 1808-09

Figure 3. Distribution and abundance of *Engraulis ringens* (a) eggs and (b) larvae. EPM Cruise 1808-09

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

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

ORDEN	INFRAORDEN/ FAMILIA	ESPECIE	Estadio	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Abundancia mínima	Abundancia a máxima	Mediana	Abundancia total	Abundancia relativa	
Beloniformes	Exocoetidae	No determinado	huevo	2	0,02	3	9	6	12	0,01	
	Scomberesocidae	No determinado	huevo	1	0,01	3	3	3	3	0,00	
		<i>Scomberesox saurus</i>	huevo	3	0,04	3	6	3	12	0,01	
			larva	60	0,74	3	1677	36	7221	4,95	
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	larva	60	0,74	3	1677	36	7221	4,95	
<i>Eupercaria incertae sedis</i>	Sciaenidae	No determinado	larva	2	0,02	3	3	3	6	0,00	
Gadiformes	Merlucciidae	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	huevo	4	0,05	6	66	18	108	0,07	
			larva	3	0,04	3	6	6	15	0,01	
	Moridae	No determinado	larva	1	0,01	3	3	3	3	0,00	
Gobiiformes	Gobiidae	No determinado	larva	3	0,04	3	21	9	33	0,02	
Myctophiformes	Myctophidae	<i>Diogenichthys laternatus</i>	larva	11	0,14	0	99	3	192	0,13	
			<i>Lampanyctus parvicauda</i>	larva	1	0,01	3	3	3	3	0,00
			<i>Myctophum nitidulum</i>	larva	1	0,01	3	3	3	3	0,00
			No determinado	larva	2	0,02	3	42	22,5	45	0,03
			<i>Stenobranchium</i> sp.	larva	1	0,01	3	3	3	3	0,00
		<i>Triphoturus oculus</i>	larva	1	0,01	3	3	3	3	0,00	
Perciformes	Nomanichthyidae	<i>Normanichthys crockeri</i>	larva	1	0,01	3	3	3	3	0,00	
			Serranidae	<i>Paralabrax</i> sp.	larva	2	0,02	3	3	3	6
Stomiiformes	Phosichthyidae	<i>Vinciguerria lucetia</i>	huevo	9	0,11	3	249	39	525	0,36	
			larva	4	0,05	3	15	4,5	27	0,02	
Ophidiiformes	Ophidiidae	No determinado	larva	2	0,02	3	6	4,5	9	0,01	
Carangiformes	Carangidae	<i>Trachurus murphyi</i>	huevo	1	0,01	6	6	6	6	0,00	
Blenniiformes	Blenniidae	<i>Ophioblennius</i> sp.	larva	1	0,01	3	3	3	3	0,00	
No determinado	No determinado	No determinado	huevo	14	0,17	3	159	9	498	0,34	
			larva	2	0,02	3	15	9	18	0,01	
									145794	100	

Engraulis ringens

La anchoveta fue la especie más frecuente y abundante; los huevos se reportaron en 77 % y las larvas en 74 % de las muestras. Los huevos registraron densidades entre 3 y 17.916 huevos.m⁻² mientras que, las larvas entre 3 y 1.677 larvas.m⁻².

Los huevos se distribuyeron desde Paita hasta bahía Independencia, con mayores concentraciones al norte de Pimentel y frente a Malabrigo (Fig. 3a). Las larvas presentaron distribución similar a los huevos registrando sus mayores densidades frente a Punta La Negra con 1.677 larvas.m⁻² y Salaverry con 771 larvas.m⁻² (Fig. 3b).

Vinciguerria lucetia "pez luminoso"

Los huevos de esta especie se reportaron en 11 % y las larvas en 5 % de las muestras. Las densidades fluctuaron entre 3 y 249 huevos.m⁻² y entre 3 y 15 larvas.m⁻². Los huevos se distribuyeron frente a Punta La Negra, entre Malabrigo y Salaverry, frente a Huarmey, Pucusana y Pisco (Fig.

Engraulis ringens

Within the study area, *E. ringens* emerged as the most frequent and abundant species. Eggs of this species were detected in 77 % of the samples, with densities ranging from 3 to 17,916 eggs.m⁻². The larvae were identified in 74 % of the samples, exhibiting densities varying from 3 to 1,677 larvae.m⁻².

The distribution of *E. ringens* eggs extended from Paita to Independencia Bay, with concentrated pockets notably observed north of Pimentel and off the Malabrigo coast (Fig. 3a). Correspondingly, larvae displayed a distribution pattern mirroring that of the eggs. Peak larval densities were recorded off Punta La Negra at 1,677 larvae.m⁻² and Salaverry at 771 larvae.m⁻², underscoring the species' significant presence in these specific regions (Fig. 3b).

Vinciguerria lucetia

In the sampled data, *V. lucetia* eggs were identified in 11% of the samples, with densities ranging from 3 to 249 eggs.m⁻². Simultaneously, larvae were present in 5 % of the sam-

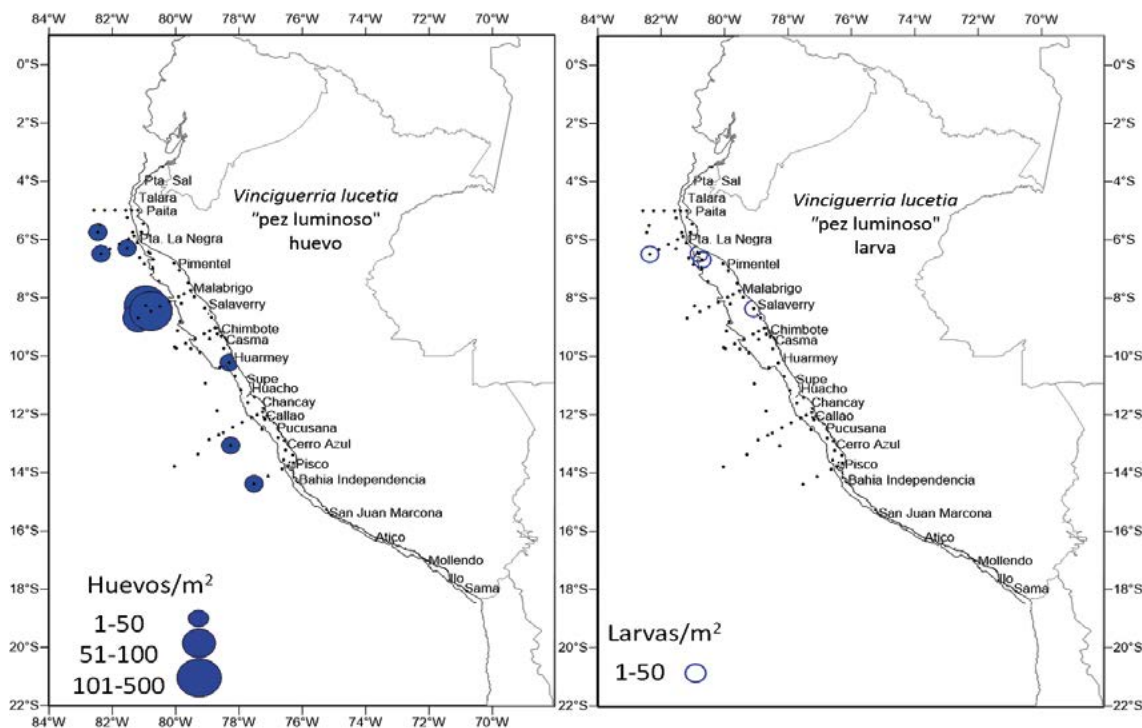


Figura 4.- Distribución de las abundancias de (a) los huevos y (b) larvas de *Vinciguerria lucetia* "pez luminoso". Crucero MPH 1808-09

Figure 4. Distribution and abundance of *Vinciguerria lucetia* (a) eggs and (b) larvae. EPM Cruise 1808-09

4a), con las mayores densidades ubicadas entre Malabrigo y Salaverry con 249 y 117 huevos.m⁻². Las larvas se localizaron frente a Punta La Negra, Pimentel y Salaverry, con mayor abundancia a 100 mn de Punta la Negra (Fig. 4b).

Diogenichthys laternatus "linterna de Diógenes"

Las larvas de esta especie estuvieron en 12 % de las muestras. Las densidades fluctuaron entre 3 y 99 larvas.m⁻². La distribución estuvo localizada entre Talara y Punta La Negra, así como frente a Malabrigo, Huarmey y Pucusana. La mayor densidad fue determinada frente a Punta La Negra con valores que llegaron a 99 larvas.m⁻² (Fig. 5).

Estructura de tallas de larvas de "anchoveta"

Se midieron 2.225 larvas, que oscilaron entre 1,1 y 17,0 mm LT, que corresponden a un rango de edad entre 1 y 30 días, con moda de 2,5 mm (42 %), propio a 1 día de edad

ples, with densities varying from 3 to 15 larvae.m⁻². These eggs exhibited a widespread distribution off the coast of Punta La Negra, extending between Malabrigo and Salaverry, and also along the shores of Huarmey, Pucusana, and Pisco (Fig. 4a). Notably, the highest concentrations were noted between Malabrigo and Salaverry, reaching densities of 249 and 117 eggs.m⁻². Regarding larvae, their presence was identified off Punta La Negra, Pimentel, and Salaverry, with the most abundant occurrences located at a distance of 100 nm from Punta La Negra (Fig. 4b).

Diogenichthys laternatus

The larvae of this species were found in 12 % of the samples, exhibiting densities ranging from 3 to 99 larvae.m⁻². These larvae were dispersed along the coast from Talara to Punta La Negra and also off the shores of Malabrigo, Huarmey, and Pucusana. Especially, the densest concentration was recorded off Punta La Negra, where larval densities reached up to 99 larvae.m⁻² (Fig. 5).

E. ringens larval size structure

In the dataset, a total of 2,225 *E. ringens* larvae were measured, displaying a size range from 1.1 to 17.0 mm in total length (TL), corresponding to an age spectrum from 1 to 30 days. The peak size observed was 2.5 mm (42%), indicative of 1-day-old larvae (Fig. 6). Upon regional size analysis, larvae between 1.5 and 13.5 mm were noted in the northern area, ranging from 1 to 17 mm in the central region, and only 3 mm larvae were identified in the southern zone (Fig. 7).

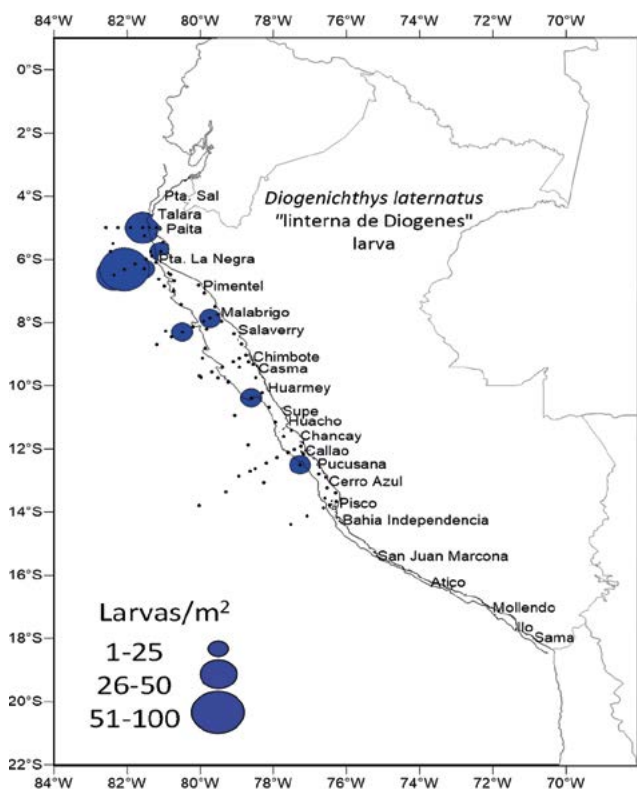


Figura 5.- Distribución de abundancia de larvas de *Diogenichthys laternatus* "linterna de Diógenes". Crucero MPH 1808-09

Figure 5. Distribution and abundance of *Diogenichthys laternatus* larvae. EPM Cruise 1808-09

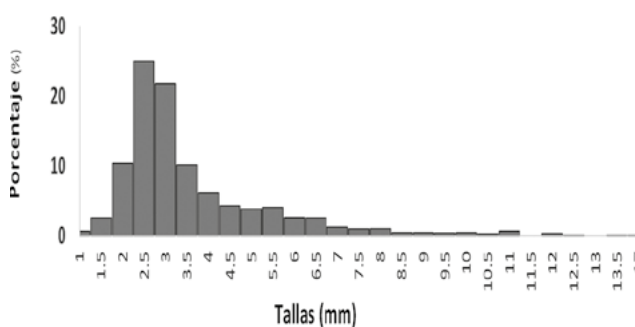


Figura 6.- Distribución de los rangos de tallas de anchoveta. Crucero MPH 1808-09

Figure 6. *E. ringens* size range distribution. EPM Cruise 1808-09

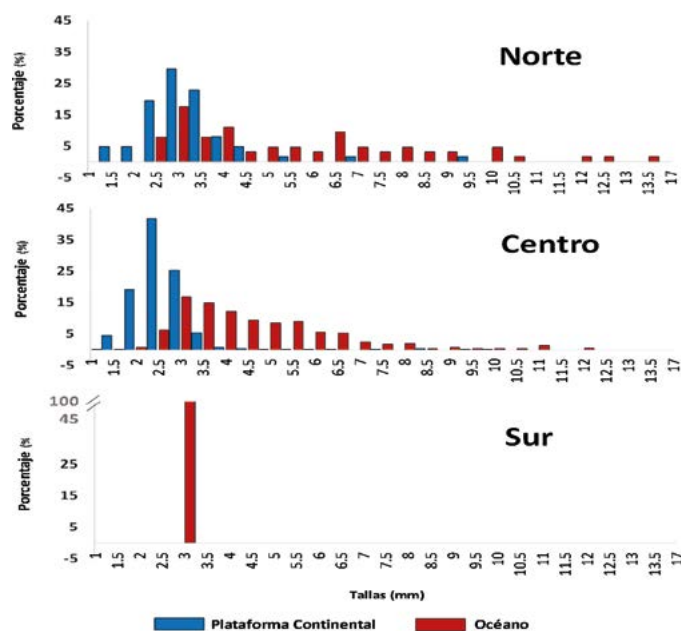


Figura 7.- Distribución latitudinal de frecuencia de tallas de larvas de anchoveta: norte ($3^{\circ}30'S - 5^{\circ}59'S$), centro ($6^{\circ}00'S - 13^{\circ}59'S$) y sur ($14^{\circ}00'S - 18^{\circ}20'S$) y por distancia a la costa (nerítica y oceánica). Crucero MPH 1808-09

Figure 7. Latitudinal distribution of *E. ringens* larval size frequency: north ($3^{\circ}30'S - 5^{\circ}59'S$), center ($6^{\circ}00'S - 13^{\circ}59'S$), and south ($14^{\circ}00'S - 18^{\circ}20'S$) and by distance from the coast (neritic and oceanic). EPM Cruise 1808-09

(Fig. 6). Analizando la frecuencia de tallas por regiones, en el norte se registraron larvas entre 1,5 y 13,5 mm; en el centro entre 1 y 17 mm y en la zona sur solo se determinaron tallas de 3 mm (Fig. 7).

El 90 % de las larvas menores a 4 mm se encontraron en la zona norte - centro sobre la plataforma continental, mientras que larvas de mayor tamaño se registraron principalmente en la zona oceánica. La zona sur solo registró larvas en la zona oceánica.

4. DISCUSIÓN

En el invierno 2018, el mar peruano mostró condiciones oceanográficas variables, así al norte de $5^{\circ}S$ se presentaron condiciones frías con anomalías de TSM próximas a $-1^{\circ}C$ y condiciones neutras de manera discontinua entre $6^{\circ}S$ y bahía Independencia, con algunos núcleos de condiciones cálidas entre Pimentel y Chicama, entre las 30 y 60 mn, con anomalías mayores a $+1,0^{\circ}C$ (Fig. 8). Las anomalías halinas (Fig. 9) mostraron valores

Notably, an intriguing pattern emerged: 90 % of the larvae measuring less than 4 mm were concentrated in the northern-central zone over the continental shelf. In contrast, larger larvae were predominantly located in the oceanic zone. The southern zone exclusively recorded larvae in the oceanic area, highlighting a distinct spatial variation in the size distribution of *E. ringens* larvae.

4. DISCUSSION

Throughout the winter of 2018, the Peruvian maritime environment exhibited a wide spectrum of oceanographic conditions. North of $5^{\circ}S$, the region was characterized by cold conditions, with sea surface temperature anomalies (SSTA) dropping to nearly $-1^{\circ}C$. Between $6^{\circ}S$ and Independencia Bay, the conditions oscillated, displaying intermittent neutrality interspersed with occasional warm patches extending from Pimentel to Chicama, covering a distance of 30 to 60 nm. Markedly, in these areas, anomalies exceeded $+1.0^{\circ}C$ (Fig. 8). Salinity anomalies (Fig. 9) unveiled positive values ($+0.12$) along

positivos (+0,12) en la zona costera al norte de Punta La Negra, asociadas a la intensidad del afloramiento costero. Se detectaron anomalías halinas positivas de hasta +0,06 desde la zona costera de Mórrope hasta distancias mayores de 70 nm frente a Salaverry, relacionadas con un acercamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y condiciones neutras en el resto del área explorada.

Bajo este escenario ambiental predominantemente frío, se determinó baja riqueza de especies de ictioplancton, siendo la anchoveta la especie dominante por sus valores de frecuencia y abundancia. Cabe indicar que, durante el invierno del 2018 su dominancia sobre las demás especies del ictioplancton fue tal que representó casi el 100% de la densidad total, asociada a la amplia cobertura de aguas costeras frías (acf) y aguas de mezcla (acf-ASS). Las larvas registraron un amplio rango de edades, es decir entre 1 y 30 días, sin embargo, alrededor del 80 % de las larvas fueron menores a 3 días, indicando un desove reciente. Esta condición pudo ser observada de manera sincronizada en todas las áreas (A, B y C), aunque con mayor densidad en las áreas B y C.

the coastal zone north of Punta La Negra, closely linked to the intensity of coastal upwelling. Moreover, positive salinity anomalies, reaching up to +0.06, were observed from the coastal region of Mórrope, extending beyond 70 nm off Salaverry. These anomalies were intricately associated with the influence of Subtropical Surface Waters (SSW). In contrast, the remaining surveyed area predominantly exhibited neutral oceanographic conditions.

In the prevailing cold environmental backdrop, the ichthyoplankton community exhibited relatively low species diversity, with *E. ringens* emerging as the dominant species both in terms of frequency and abundance. Remarkably, during the winter of 2018, its prevalence among ichthyoplankton species was staggering, constituting nearly 100 % of the total density. This dominance was closely tied to the extensive coverage of cold coastal waters (ccw) and mixing waters (ccw-SSW). The larvae displayed a wide range of ages, spanning from 1 to 30 days. However, a significant majority, approximately 80 % of the larvae, were younger than 3 days, indicating recent spawning. This tendency was consistent across all areas (A, B, and C), with areas B and C exhibiting notably higher larval density.

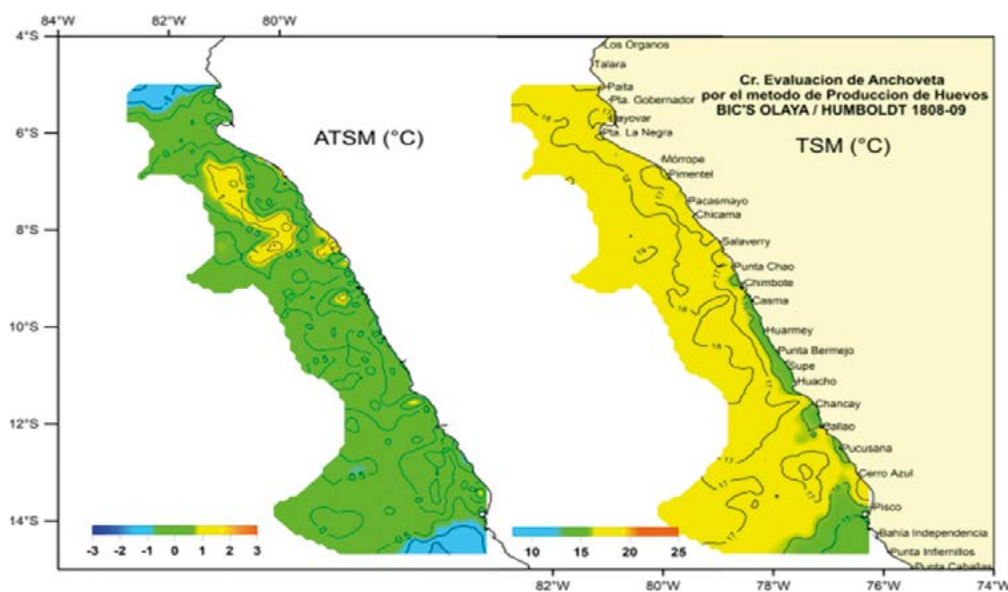


Figura 8.- Distribución superficial de la temperatura (°C) y anomalías térmicas (°C). Cr MPH 1808-09. (IMARPE, 2018)

Figure 8. Surface temperature distribution (°C) and thermal anomalies (°C). EPM Cr 1808-09. (IMARPE, 2018)

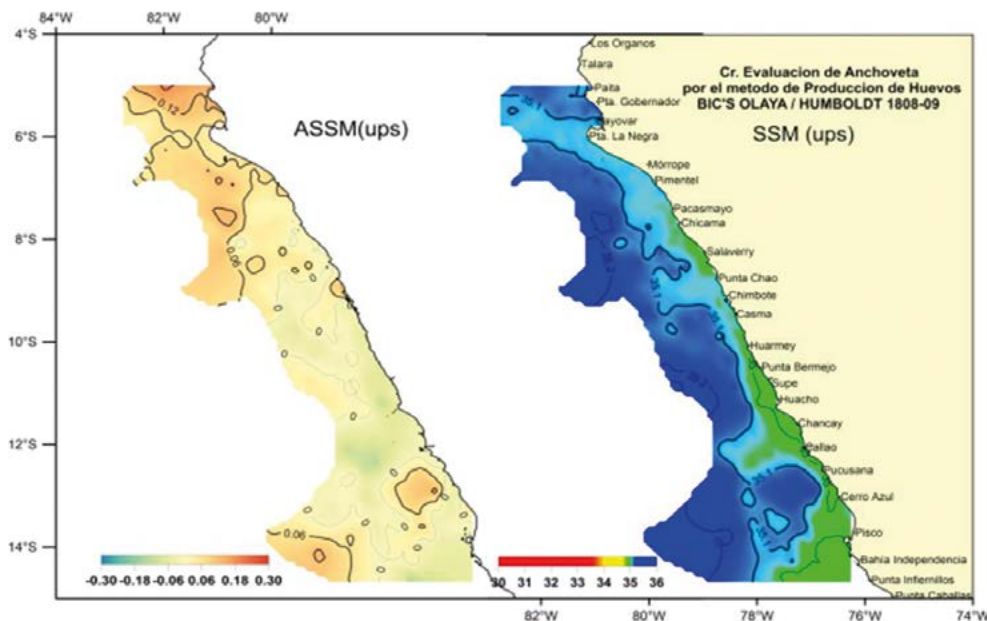


Figura 9.- Distribución superficial de la salinidad (ups) y anomalías halinas (ups). Cr MPH 1808-09. (IMARPE, 2018)

Figure 9. Surface salinity distribution (psu) and haline anomalies (psu). EPM Cr 1808-09. (IMARPE, 2018)

Al comparar la composición del ictioplancton con la de invierno del año 2000 que presentó similares características oceanográficas, se encontró que a pesar que se registraron el mismo número de especies en ambos periodos, en el 2000 se observó presencia de especies de aguas más cálidas, entre ellas las pertenecientes a las familias Bathylagidae, Scomberesocidae y Syngnathidae, mientras que en el 2018 fueron registradas especies de condiciones más frías como las representantes de las familias Carangidae, Gobiidae, Moriidae y Normanichthyidae (ARONÉS, GIRÓN & QUESQUÉN, 2001). Por otro lado, en el invierno 2015 para la misma zona de muestreo, se determinó mayor número de especies (37), debido a que ese año estuvo caracterizado por condiciones cálidas debido al evento El Niño 2015 -16 (Pinedo, com. personal).

5. CONCLUSIONES

Los biovolúmenes de zooplancton oscilaron entre 0,012 y 1,989 mL/m³, predominando biovolúmenes menores a 0,2 mL/m³ (49 %) sobre la plataforma continental, entre Paita y bahía Independencia.

A comparison of ichthyoplankton composition with that of the winter of 2000, marked by similar oceanographic conditions, revealed intriguing patterns. While both periods featured the same number of identified species, the year 2000 observed the presence of species from warmer waters, including families like Bathylagidae, Scomberesocidae, and Syngnathidae. In contrast, 2018 documented species adapted to colder conditions, such as those from families Carangidae, Gobiidae, Moriidae, and Normanichthyidae (ARONÉS, GIRÓN & QUESQUÉN, 2001). Furthermore, during the winter of 2015 in the same sampling zone, a higher species count (37) was noted, attributed to the warm conditions induced by the 2015/16 El Niño (Pinedo, personal communication).

5. CONCLUSIONS

Zooplankton biovolumes exhibited a wide range, spanning from 0.012 to 1.989 mL/m³. Smaller biovolumes, specifically those below 0.2 mL/m³, predominated over the continental shelf between Paita and Independencia Bay, constituting 49% of the samples.

Se determinaron 20 especies de ictioplancton siendo *Engraulis ringens* "anchoveta" la más frecuente y abundante; sus huevos y larvas se hallaron en el 77 % y 74 % del total de las muestras, respectivamente. Asimismo, las abundancias fluctuaron entre 3 y 17.916 huevos/m² y entre 3 y 1.677 larvas/m² de anchoveta, representando el 99 % de la abundancia total del ictioplancton.

A diverse array of 20 ichthyoplankton species was identified, with *Engraulis ringens* emerging as the most prevalent and abundant species. Its eggs were detected in 77% of the samples, while larvae were observed in 74% of the cases. The abundances of *E. ringens* varied considerably, ranging from 3 to 17,916 eggs/m² and 3 to 1,677 larvae/m², constituting 99 % of the total ichthyoplankton abundance.

6. REFERENCIAS

- ARONÉS, K., GIRÓN, M. & QUESQUÉN, R. (2001). Análisis comparativo de ictioplancton colectado con Red Calvet y equipo CUFES en agosto y setiembre 2000. *Inf Inst Mar Perú*. 162, 51-59. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1919>
- CARRASCO, S. & LOZANO, O. (1989). Seasonal and long-term variations of zooplankton volumes in the Peruvian Sea 1964 - 1987. In: D. Pauly, D. Muck, J. Mendo, I. Tsukayama (Eds.), *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and Interactions*, pp. 82-85. ICLARM. [THE PERUVIAN UPELLING ECOSYSTEM.pdf](https://hdl.handle.net/20.500.12958/269) (imarpe.gob.pe)
- 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>
- 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.
- PIELOU, E. C. (1984). *The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination*. John Wiley & Sons.
- ROJAS DE MENDIOLA, B. & GÓMEZ, O. (1981). Daily otolith rings in otoliths of larval anchovy (*Engraulis ringens*). *Rapports et Process verbaux des Reunions. Cons. Int. Explor. Mer.*, 178, 565-566.
- SANTANDER, H. & SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1973). Estudio sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. *Inf Inst Mar Perú*, 41, 1-30. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/269>
- SANTANDER, H., ALHEIT, J. & SMITH, P. (1984). Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana *Engraulis ringens* en 1981 por aplicación del "Método de Producción de Huevos". *Bol Inst Mar Perú*, 8(6), 209-250. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1049>
- VAN GUELPEN, L., MARKLE, D. F. & DUGGAN, D. J. (1982). An evaluation of accuracy, precision and speed of several zooplankton-subsampling techniques. *Journal du Conseil International pour L'exploration de la Mer*, 40, 226-236. <https://doi.org/10.1093/icesjms/40.3.226>