

# CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON EN LA BAHÍA PARACAS (13°47'48"S) Y ALREDEDORES ENTRE 2013 y 2015

## CHARACTERIZATION OF THE ZOOPLANKTON COMMUNITY IN PARACAS BAY (13°47'48"S) AND SURROUNDING AREAS (2013 – 2015)

Katia Aronés<sup>1</sup>Patricia Ayón<sup>1</sup><https://doi.org/10.53554/boletin.v38i1.381>

### RESUMEN

ARONÉS, K. & AYÓN, P. (2023). Caracterización de la comunidad de zooplancton en la bahía Paracas (13°47'48"S) y alrededores entre 2013 y 2015. *Bol Inst Mar Perú*, 38(1), 35-73.- Entre el 2013 y 2015, el IMARPE a través del proyecto "Estudio integrado de los procesos físicos, químicos y biológicos en ecosistema de Borde Costero", realizó muestreos en 5 periodos, cubriendo el área entre bahía Paracas y alrededores. Con el objetivo de caracterizar la comunidad del zooplancton, se recolectaron 68 muestras con una red Baby Bongo operada en jales oblicuos desde 2 metros de profundidad hacia la superficie. Los mayores biovolúmenes de zooplancton fueron registrados al interior de la bahía, con valores entre 6,5 mL.100 m<sup>-3</sup> y 448,6 mL.100 m<sup>-3</sup>, promedio 107,7 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 105,8 mL.100 m<sup>-3</sup>. Las mayores abundancias fueron registradas al interior de la bahía con valores entre 8 009 ind.100 m<sup>-3</sup> y 4 746 504 ind.100 m<sup>-3</sup>, promedio 1 906 848 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana 1 641 490 ind.100 m<sup>-3</sup>. Los copépodos fueron el grupo más frecuente y abundante, siendo la especie dominante *Acartia* sp.

PALABRAS CLAVE: variabilidad temporal, variabilidad espacial, bahía Paracas, zooplancton

### ABSTRACT

ARONÉS, K., & AYÓN, P. (2023). Characterization of the zooplankton community in Paracas Bay (13°47'48"S) and surrounding areas (2013 – 2015). *Bol Inst Mar Peru*, 38(1), 35-73.- This study aimed to characterize the zooplankton community in Paracas Bay and its adjacent areas through five surveys conducted between 2013 and 2015. A total of 68 zooplankton samples were collected using a Baby Bongo net, employing oblique hauls from 2 m in depth to the surface. The highest biovolumes were observed within the bay, ranging from 6.5 mL/100 m<sup>3</sup> to 448.6 mL/100 m<sup>3</sup>, with a mean of 1077 mL/100 m<sup>3</sup> and a median of 1058 mL/100 m<sup>3</sup>. Similarly, the highest abundances were recorded within the bay, varying from 8,009 ind./100 m<sup>3</sup> to 4,746,504 ind./100 m<sup>3</sup>, with an average of 1,906,848 ind./100 m<sup>3</sup> and a median of 1,641,490 ind./100 m<sup>3</sup>. Among the zooplankton groups, copepods exhibited the highest frequency and abundance, with *Acartia* sp. identified as the dominant species.

KEYWORDS: temporal variability, spatial variability, Paracas Bay, zooplankton

## 1. INTRODUCCIÓN

La bahía Paracas, ubicada en la provincia de Pisco, Ica, entre los paralelos 13°47'48,5"S y 13°51'58,0"S, limita por el norte con la costa de Pisco y por el sur con la península Paracas, el borde costero tiene una extensión aproximada de 24 km. Dividida, desde 1992, por el límite norte de la Reserva Nacional de Paracas, es un importante sitio RAMSAR (zonas húmedas de importancia internacional, espacios donde se concentra gran diversidad y son determinantes en el funcionamiento de ecosistemas) y una Zona de Protección Estricta, según la zonificación del Plan Maestro de la Reserva Nacional Paracas vigente (IMARPE<sup>2</sup>, 2010).

## 1. INTRODUCTION

Paracas Bay, located in the province of Pisco, Ica, between latitudes 13°47'48.5"S and 13°51'58.0"S, is bounded by the coast of Pisco to the north and the Paracas Peninsula to the south. The coastal stretch covers an approximate distance of 24 km. Since 1992, it has been demarcated by the northern boundary of the Paracas National Reserve and holds significant importance as a Ramsar site, designated as internationally significant wetlands that harbor diverse ecosystems and play a crucial role in their functioning. Additionally, it is classified as a Strict Protection Zone based on the zoning outlined in the current Master Plan of the Paracas National Reserve (IMARPE<sup>2</sup>, 2010).

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

2 IMARPE. (2010). Bases técnicas para el ordenamiento pesquero y acuícola de la bahía de Paracas

La bahía de Paracas es considerada una zona altamente productiva y presenta variedad de hábitats propiciando la presencia de gran diversidad de especies de mamíferos, aves y reptiles (INRENA, 2002), motivo por el cual ha sido objeto de numerosas investigaciones (Quispe<sup>3</sup> *et al.*, 2010).

La zona norte de la bahía no forma parte de la reserva y por ende los efectos antrópicos, como la descarga directa de desagües de las casas del balneario, actividades portuarias, así como turismo, han tenido un impacto negativo, provocando procesos de eutrofización y anoxia costera (JACINTO, MARTÍNEZ, SÁNCHEZ, FLORES & PIZARRO, 1996; GUZMAN, CHÁVEZ, MORÓN, SÁNCHEZ & FLORES, 1997; SÁNCHEZ, CÓRDOVA & LEDESMA, 1997; TAM, VERA & PINTO, 2002). Además, otros fenómenos de origen natural como floraciones algales nocivas (FAN), también pueden producir efectos negativos similares sobre este ecosistema costero, por otro lado, las surgencias costeras forzadas por vientos pueden regular la concentración de nutrientes provenientes de aguas subsuperficiales y promover la producción primaria (SÁNCHEZ *et al.*, 2017).

Entre mayo de 1999 y junio del 2000, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), a través de su laboratorio costero en Pisco, puso en marcha un Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental en dicha zona, con el objetivo de determinar los posibles procesos que desencadenan eventos de mortalidad masiva de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) al interior de la bahía Paracas. Posteriormente, entre 2013 y 2015 mediante el proyecto “Estudio integrado de los procesos físicos, químicos y biológicos en ecosistema de Borde Costero”, se ejecutaron muestreos con la finalidad de evaluar las características físicas, químicas y biológicas de la bahía Paracas y alrededores, siendo el zooplancton e ictioplancton componentes biológicos objetivo, debido a su importancia en la ontogenia de las especies con valor económico, así como en las redes tróficas.

It is recognized as a highly productive area with diverse habitats, facilitating the presence of a wide range of mammal, bird, and reptile species (INRENA, 2002). Consequently, it has been the focus of numerous research studies (Quispe<sup>3</sup> *et al.*, 2010).

The northern zone of the bay, which is not included in the reserve, has been subjected to anthropogenic impacts such as direct sewage discharge from coastal residences, port activities, and tourism, resulting in negative consequences including eutrophication and coastal anoxia processes (JACINTO, MARTÍNEZ, SÁNCHEZ, FLORES & PIZARRO, 1996; GUZMAN, CHÁVEZ, MORÓN, SÁNCHEZ & FLORES, 1997; SÁNCHEZ, CÓRDOVA & LEDESMA, 1997; TAM, VERA & PINTO, 2002). Furthermore, natural phenomena such as harmful algal blooms (HABs) can also exert similar detrimental effects on this coastal ecosystem. Conversely, coastal upwelling events induced by wind can regulate the nutrient influx from subsurface waters, thereby promoting primary production (SÁNCHEZ *et al.*, 2017).

From May 1999 to June 2000, the *Instituto del Mar del Perú* (IMARPE) implemented an Environmental Quality Monitoring Program in their coastal laboratory in Pisco. The objective was to investigate the potential processes leading to mass mortality events of *Argopecten purpuratus* within Paracas Bay. Subsequently, between 2013 and 2015, the project “Integrated Study of Physical, Chemical, and Biological Processes in the Coastal Border Ecosystem” conducted samplings to assess the physical, chemical, and biological characteristics of Paracas Bay and its surrounding areas. The biological components of focus were zooplankton and ichthyoplankton due to their importance in the ontogeny of economically valuable species and food webs.

The zooplankton community is recognized as a key contributor to secondary production in the pelagic ecosystem, playing a crucial role in sustaining and regulating the energy flow of important hydrobiological resources. This study provides an in-depth analysis of the zooplankton community within Paracas Bay and

3 Quispe, D., Graco, M., Correa, D., Tam, J., Gutiérrez, D., Morón, O., Flores, G. y Yamashiro, C. (2010). Variabilidad espacio-temporal de condiciones hidrofísicas en bahía Independencia, Pisco – Perú, desde 1995 al 2004. *Ecología Aplicada* Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

El zooplancton es considerado el principal componente de producción secundaria en el ecosistema pelágico, que sustenta y mantiene el flujo energético de los principales recursos hidrobiológicos. En el presente estudio, se describen las características de la comunidad del zooplancton en la zona dentro de la bahía de Paracas y alrededores y su variabilidad espacial y temporal entre los años 2013 y 2015.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Entre el 2013 y 2015 se efectuaron 5 salidas de campo frente a la bahía Paracas y alrededores, recolectando 68 muestras de zooplancton (Tabla 1, Fig. 1). Como se observa en la Fig. 1, los trabajos se realizaron en el interior de la bahía Paracas y alrededores, mientras que, en octubre del 2013, la prospección abarcó mayor área cubriendo la bahía de Paracas y las islas Ballestas y Chincha.

Las muestras se recolectaron con una red Baby Bongo, de 300  $\mu\text{m}$  y 150  $\mu\text{m}$  de abertura de malla, operada en jales oblicuos desde 2 metros sobre el fondo del lugar de muestreo hacia la superficie. En la boca de una de las redes se colocó un medidor de flujo marca HYDRO BIOS RUN STOP, con la finalidad de conocer el volumen de agua filtrada.

Las muestras se fijaron con formaldehído al 2%. Las mediciones del biovolumen de zooplancton fueron obtenidas por el método por desplazamiento. Las abundancias de las especies se expresan en número de individuos. $100\text{ m}^{-3}$  (KRAMER *et al.*, 1972) y los biovolúmenes de zooplancton en  $\text{mL} \cdot 100\text{ m}^{-3}$ .

La determinación de especies del zooplancton se basó en los trabajos de BOSCHI (1981), BOUILLON (1999), BOWMAN y GRUNER (1973), BRADFORD-GRIEVE, MARKHASEVA, ROCHA y ABIAHY (1999), GURNEY (1942), ONBÉ (1999), POHLE, MANTELATTO, NEGREIROS-FRANZOSO y FRANZOSO (1999) y PUGH (1999), entre otros y para el caso del ictioplancton principalmente los trabajos de MOSER (1996), EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963) y SANDOVAL DE CASTILLO (1979).

Como se observa en las cartas de posición de las estaciones con recolecta de zooplancton (Fig. 1), el muestreo fue efectuado tanto en la bahía

its surrounding areas, focusing on its spatial and temporal variability during the period from 2013 to 2015.

## 2. MATERIALS AND METHODS

From 2013 to 2015, a total of five field surveys were conducted off Paracas Bay and its surroundings, resulting in the collection of 68 zooplankton samples (Table 1, Fig. 1). As depicted in Fig. 1, the sampling efforts focused primarily on Paracas Bay and its surrounding areas. However, in October 2013, the survey expanded its coverage to include a broader region encompassing Paracas Bay and the Ballestas and Chincha islands.

The samples were obtained using a Baby Bongo net, equipped with 300  $\mu\text{m}$  and 150  $\mu\text{m}$  mesh openings, and deployed in oblique hauls from 2 meters above the seafloor to the surface. To measure the filtered water volume, a HYDRO BIOS RUN STOP flow meter was attached to one of the net's openings.

The samples were fixed with 2% formaldehyde. Zooplankton biovolume was measured using the displacement method (KRAMER *et al.*, 1972). Species abundances are expressed as number of individuals. $100\text{ m}^{-3}$  and zooplankton biovolumes are expressed in  $\text{mL} \cdot 100\text{ m}^{-3}$ .

The identification of zooplankton species was based on studies by BOSCHI (1981), BOUILLON (1999), BOWMAN & GRUNER (1973), BRADFORD-GRIEVE, MARKHASEVA, ROCHA & ABIAHY (1999), GURNEY (1942), ONBÉ (1999), POHLE, MANTELATTO, NEGREIROS-FRANZOSO & FRANZOSO (1999), and PUGH (1999), among others. For ichthyoplankton, key references included the works of MOSER

Tabla 1.- Número de muestras recolectadas frente a Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Table 1. Number of samples collected off Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

Año	Mes	Nro. estaciones
2013	Abril	12
2013	Octubre	24
2014	Noviembre	12
2015	Marzo	11
2015	Julio	9
Total		68

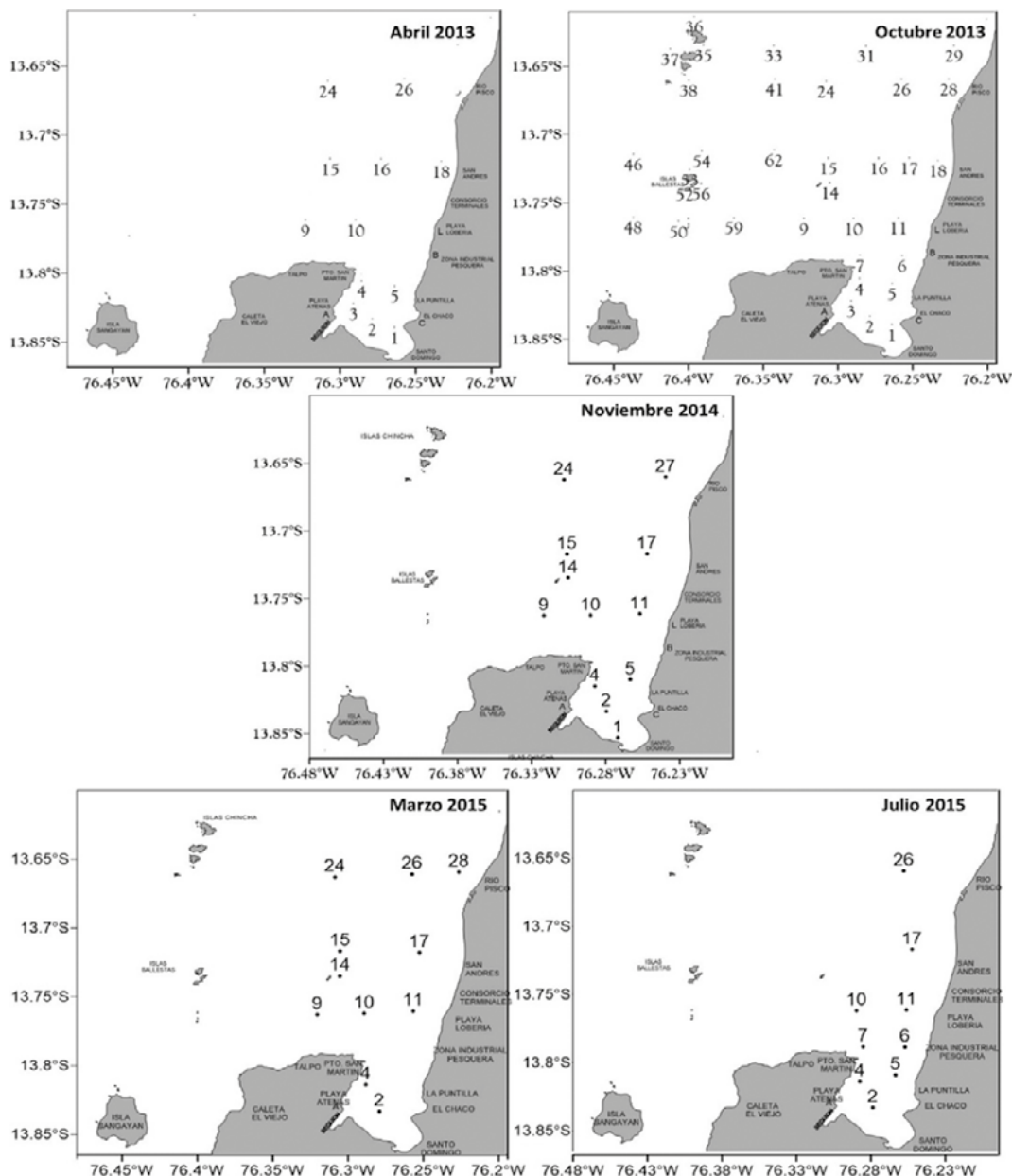


Figura 1.- Carta de posiciones de estaciones con muestreo de zooplancton durante el monitoreo frente a bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015  
 Figure 1. Position chart of stations with zooplankton sampling during monitoring off Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

Paracas como en los alrededores de la misma, sin embargo las salidas no cubrieron siempre el total de las estaciones, por esta razón se efectuó una zonificación agrupando las estaciones en 5 zonas, en relación a la dinámica de circulación al interior y alrededores de la bahía (Fig. 2): A) las estaciones que se localizan al interior de la bahía (1-7), B) Zona Sur Costera (9-18), C) Zona Norte Costera (24-31), D) Zona Norte alejada de la costa (33-41) y E) Zona Sur alejada de la

(1996), EINARSSON & ROJAS DE MENDIOLA (1963), and SANDOVAL DE CASTILLO (1979).

As depicted in the zooplankton sampling position charts (Fig. 1), the sampling encompassed both Paracas Bay and its surrounding areas. However, not all stations were consistently covered during the field surveys. Hence, a zonation approach was employed, grouping the stations into 5 zones based on the circulation dynamics within and around the bay (Fig. 2): A) bay interior stations

Los datos se ingresaron en el programa Excel 2010, y se utilizó el programa R versión 3.6.1 para el análisis de los datos y la elaboración de gráficos. Se empleó el programa Primer versión 6 para realizar el análisis comunitario en base a los índices de diversidad, equidad, riqueza de especies, Similaridad de Bray Curtis y Cluster (PIELOU, 1984). La elaboración de los mapas de las estaciones, distribución y abundancia de las especies se hizo en el programa Surfer versión 15.

Se aplicó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a los datos, pero estos no cumplieron los supuestos del análisis paramétrico, por lo cual se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar la variabilidad espacial y/o temporal (GUO, ZHONG & ZANG, 2013). En el caso que esta última detectara diferencias significativas, se realizó la prueba post hoc Tukey-Kramer (Nemenyi) (POHLERT, 2014), empleando el programa R. Asimismo, se compararon los biovolúmenes, abundancias e índices comunitarios de 4 áreas de afloramiento en el mar peruano: bahías Paracas, El Ferrol, Miraflores y Samanco.

(1-7), B) Coastal South Zone (9-18), C) Coastal North Zone (24-31), D) Offshore North Zone (33-41), and E) Offshore South Zone (46-62).

The data was entered into Excel 2010, and data analysis and graphing were conducted using R version 3.6.1. Community analysis based on diversity indices, evenness, species richness, Bray Curtis similarity, and clustering was performed using Primer version 6 software (PIELOU, 1984). Mapping of stations, species distribution, and abundance was carried out using Surfer version 15 software.

A Kolmogorov-Smirnov test was performed to assess the normality of the data, but it did not meet the assumptions of parametric analysis. Therefore, the non-parametric Kruskal-Wallis test (GUO, ZHONG & ZANG, 2013) was applied to examine spatial and/or temporal variability. If significant differences were detected, post hoc Tukey-Kramer (Nemenyi) test (POHLERT, 2014) was conducted using R software. Furthermore, comparisons were made among the biovolumes, abundances, and community indices of four upwelling areas in the Peruvian sea: Paracas, El Ferrol, Miraflores, and Samanco bays.

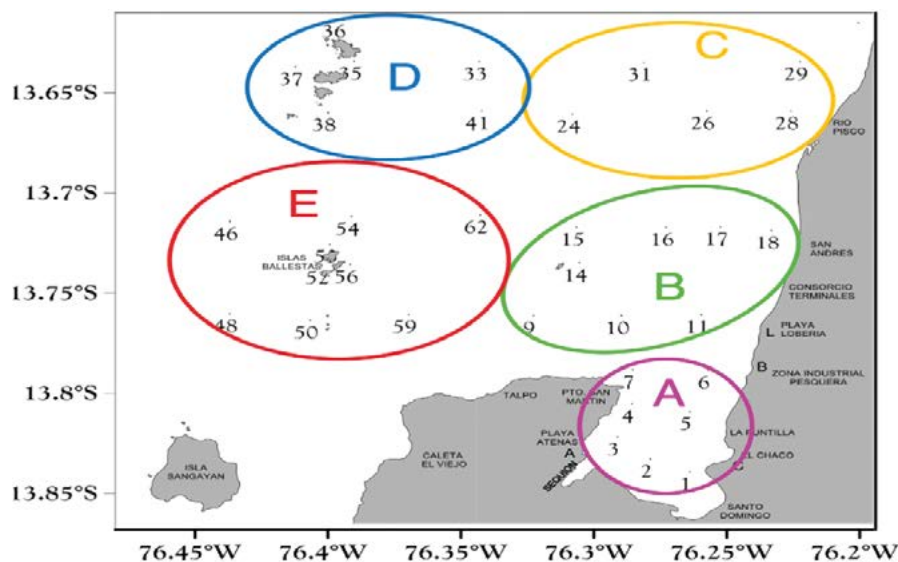


Figura 2.- Zonificación del área de muestreo frente a bahía Paracas y alrededores, 2013 - 2015. A: estaciones que se localizan al interior de la bahía (1-7), B: Zona Sur costera (9-18), C: Zona Norte costera (24-31), D: Zona Norte alejada de la costa (33-41), E: Zona Sur alejada de la costa (46-62)

Figure 2. Zonation of the sampling area off Paracas Bay and surrounding areas, 2013-2015. A: bay interior stations (1-7), B: Coastal South Zone (9-18), C: Coastal North Zone (24-31), D: Offshore North Zone (33-41), and E: Offshore South Zone (46-62)

### 3. RESULTADOS

#### Variabilidad espacial y temporal de los biovolúmenes de zooplancton

Los biovolúmenes de zooplancton en general, mostraron amplio rango de valores, entre 3,6 y 448,6 mL.100 m<sup>-3</sup>, con promedio 66,7 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 52,58 mL.100 m<sup>-3</sup>. Espacialmente, los mayores valores fueron registrados al interior de la bahía (zona A) con promedio 107,7 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 105,8 mL.100 m<sup>-3</sup>. En las zonas B y C los biovolúmenes tuvieron valores cercanos al promedio general con medias de 59,5 mL.100 m<sup>-3</sup> y 65,8 mL.100 m<sup>-3</sup>, respectivamente, así como medianas de 54,1 mL.100 m<sup>-3</sup> y 55,7 mL.100 m<sup>-3</sup>. Los biovolúmenes más bajos fueron encontrados en las áreas D y E, con medias 34,8 mL.100 m<sup>-3</sup> y 36,0 mL.100 m<sup>-3</sup> y medianas 29,6 mL.100 m<sup>-3</sup> y 28,2 mL.100 m<sup>-3</sup> (Fig. 3), respectivamente. Sin embargo, dada la alta variabilidad de micro escala no se registraron diferencias significativas de los biovolúmenes del zooplancton entre las 5 zonas (Kruskal-Wallis  $X^2 = 8,1$ , g.l=4,  $p > 0,05$ ).

Por otro lado, al analizar los biovolúmenes por periodo de muestreo, se observa que los mayores valores se registraron en 2013 y 2014: (abril 2013: media 98 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 86 mL.100 m<sup>-3</sup>, octubre 2013: media 57,93 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 46,88 mL.100 m<sup>-3</sup>, noviembre 2014: media 95,71 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 88,45 mL.100 m<sup>-3</sup>) y los más bajos en los dos muestreos del 2015 (marzo: media 20,07 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 11,69 mL.100 m<sup>-3</sup>, julio: media 67,65 mL.100 m<sup>-3</sup> y mediana 16,47 mL.100 m<sup>-3</sup>). En particular, en el muestreo de julio la media fue alta debido a un valor elevado de biovolumen (el más alto obtenido durante todo el periodo estudiado), por lo cual la mediana refleja mejor la distribución de los datos. Los biovolúmenes del zooplancton presentaron diferencias significativas entre los diversos periodos de muestreo (Kruskal-Wallis  $X^2 = 30,7$ , g.l = 4,  $p < 0,001$ ); es así que los biovolúmenes de abril 2013 y octubre 2014 fueron significativamente mayores a marzo y julio 2015 ( $p < 0,001$  y  $p < 0,005$ , respectivamente, prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)) (Fig. 4).

Entre las estaciones del año, los biovolúmenes del zooplancton presentaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis  $X^2 = 26,1$ , g.l = 3,  $p < 0,001$ ), la estación de otoño presentó los mayores valores y la

### 3. RESULTS

#### Spatial and temporal variability of zooplankton biovolumes

Zooplankton biovolumes exhibited a wide range of values, ranging from 3.6 to 448.6 mL.100 m<sup>-3</sup>, with an average of 66.7 mL.100 m<sup>-3</sup> and a median of 52.58 mL.100 m<sup>-3</sup>. Higher biovolumes were observed within the bay (Zone A) with average of 107.7 mL.100 m<sup>-3</sup> and a median of 105.8 mL.100 m<sup>-3</sup>. Zones B and C displayed biovolumes close to the overall average, with means of 59.5 mL.100 m<sup>-3</sup> and 65.8 mL.100 m<sup>-3</sup>, and medians of 54.1 mL.100 m<sup>-3</sup> and 55.7 mL.100 m<sup>-3</sup>, respectively. The lowest biovolumes were found in Zones D and E, with means of 34.8 mL.100 m<sup>-3</sup> and 36.0 mL.100 m<sup>-3</sup> and medians of 29.6 mL.100 m<sup>-3</sup> and 28.2 mL.100 m<sup>-3</sup> (Fig. 3), respectively. However, no significant differences in zooplankton biovolumes were found among the five zones due to high micro-scale variability (Kruskal-Wallis  $X^2 = 8.1$ , g.l=4,  $p > 0.05$ ).

In terms of biovolumes, the highest values were observed during the 2013 and 2014 samplings (April 2013: mean 98 mL.100 m<sup>-3</sup>, median 86 mL.100 m<sup>-3</sup>; October 2013: mean 57.93 mL.100 m<sup>-3</sup>, median 46.88 mL.100 m<sup>-3</sup>; and November 2014: mean 95.71 mL.100 m<sup>-3</sup>, median 88.45 mL.100 m<sup>-3</sup>), while the lowest values were recorded during the two samplings in 2015 (March: mean 20.07 mL.100 m<sup>-3</sup>, median 11.69 mL.100 m<sup>-3</sup>; and July: mean 67.65 mL.100 m<sup>-3</sup>, median 16.47 mL.100 m<sup>-3</sup>). Notably, the July sampling exhibited a high mean due to an exceptionally large biovolume value, and thus the median better represents the data distribution. Zooplankton biovolumes varied significantly across the sampling periods (Kruskal-Wallis  $X^2 = 30.7$ , g.l = 4,  $p < 0.001$ ). Specifically, the biovolumes in April 2013 and October 2014 were significantly higher than those in March and July 2015 ( $p < 0.001$  and  $p < 0.005$ , respectively, Tukey-Kramer (Nemenyi) test) (Fig. 4).

Seasonal differences in zooplankton biovolumes were found to be significant (Kruskal-Wallis  $X^2 = 26.1$ , g.l = 3,  $p < 0.001$ ). The highest values occurred in autumn, while the summer season



estación de verano los menores, evidenciándose diferencias significativas entre sí ( $p < 0,001$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)). Asimismo, los biovolúmenes de primavera fueron significativamente mayores a los del verano ( $p < 0,005$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)) (Fig. 5).

had the lowest, with significant differences observed between them ( $p < 0.001$ , Tukey-Kramer (Nemenyi) test). Furthermore, the biovolumes in spring were significantly higher than those in summer ( $p < 0.005$ , Tukey-Kramer (Nemenyi) test) (Fig. 5).

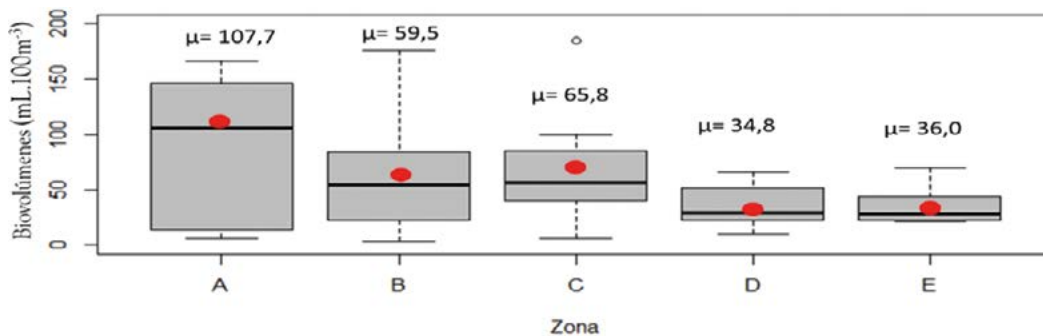


Figura 3.- Biovolúmenes por zonas de muestreo. La mediana está representada por una línea negra horizontal dentro de la caja y el promedio es el punto rojo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 3. Biovolumes by sampling zones. The median is represented by a horizontal black line inside the box and the average is the red dot. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

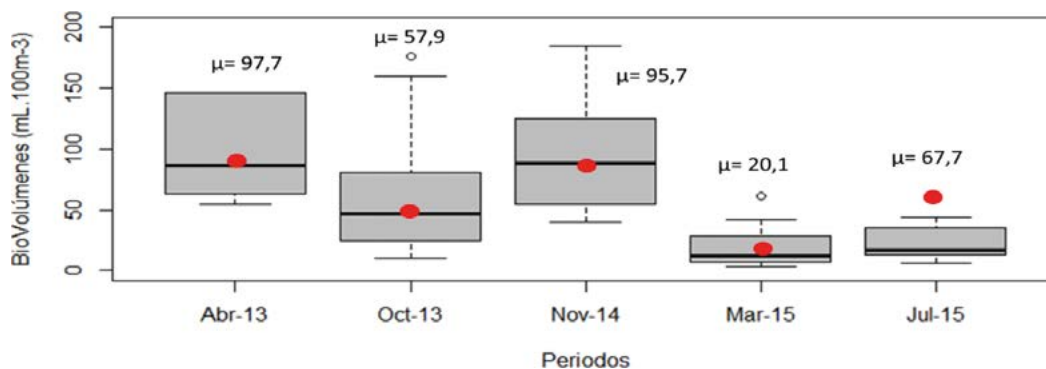


Figura 4.- Distribución de biovolúmenes de zooplancton por periodo de muestreo. Línea negra central es la mediana. Puntos rojos indican el promedio de biovolúmenes de zooplancton. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 4. Distribution of zooplankton biovolumes by sampling period. Central black line is the median. Red dots indicate the average zooplankton biovolumes. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

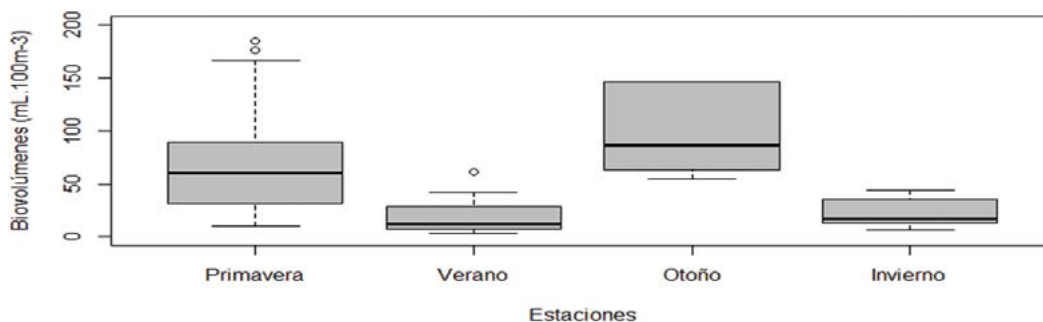


Figura 5.- Distribución de biovolúmenes de zooplancton por estaciones del año. Línea negra central es la mediana. Puntos rojos indican el promedio de biovolúmenes de zooplancton. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 5. Distribution of zooplankton biovolumes by season. Central black line is the median. Red dots indicate mean zooplankton biovolumes. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

### Variabilidad espacial y temporal de las abundancias del zooplancton

Las abundancias del zooplancton total estuvieron en un rango comprendido entre 8 009 y 17 383 347 ind.100 m<sup>-3</sup>, media 1 505 608 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana 835 450 ind.100 m<sup>-3</sup>. Se observó un gradiente espacial en las abundancias, donde los máximos valores -y con mayor variabilidad- tendieron a encontrarse dentro de la bahía (Zona A), los valores intermedios, en la zona costera adyacente hacia el norte de la bahía (Zona C) y finalmente los valores más bajos, a mayor distancia de la costa (zonas D y E) (Fig. 6). La contribución a las mayores densidades del zooplancton estuvo dada por pocas especies como los copépodos *Acartia* sp., *Hemycyclops* sp., *Oithona nana* y el cladóceros *Pleopis polyphemoides*. Al igual que en los biovolúmenes, espacialmente no se registraron diferencias significativas en abundancias del zooplancton (Kruskal-Wallis chi-sq. = 13,9, g.l=4, pvalue > 0,005).

En promedio, las mayores abundancias de zooplancton total se presentaron en el muestreo de abril 2013, con promedio de 2 421 643 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana 2 400 561 ind.100 m<sup>-3</sup>, seguido de los muestreos de noviembre 2014 y julio 2015 con promedios de 1 490 869 ind.100 m<sup>-3</sup> y 1 236 185 ind.100 m<sup>-3</sup> y con medianas de 1 179 459 ind.100 m<sup>-3</sup> y 950 235 ind.100 m<sup>-3</sup>. Las menores abundancias fueron observadas en los muestreos de octubre 2013 y marzo 2015 con medias de 724 059 ind.100 m<sup>-3</sup> y 2 448 013 ind.100 m<sup>-3</sup> y medianas de 334 093 ind.100 m<sup>-3</sup> y 268 376 ind.100 m<sup>-3</sup>, respectivamente. En el muestreo de marzo 2013, se observó mayor dispersión en las abundancias, y es cuando se encontró tanto la menor como la

### Spatial and temporal variability of zooplankton abundances

The total abundances of zooplankton ranged from 8,009 to 17,383,347 ind.100 m<sup>-3</sup>, with a mean of 1,505,608 ind.100 m<sup>-3</sup> and a median of 835,450 ind.100 m<sup>-3</sup>. A spatial gradient was observed, with higher and more variable values within the bay (Zone A), intermediate values in the coastal area north of the bay (Zone C), and lower values farther from the coast (Zones D and E) (Fig. 6). The prominent contributors to higher zooplankton densities were a few species, such as the copepods *Acartia* sp., *Hemycyclops* sp., *Oithona nana*, and the Cladocera *Pleopis polyphemoides*. Spatially, no significant differences were found in zooplankton abundances (Kruskal-Wallis chi-sq. = 13.9, g.l=4, p > 0.005).

On average, the highest abundances of total zooplankton were recorded in the April 2013 sampling, with a mean of 2,421,643 ind.100 m<sup>-3</sup> and a median of 2,400,561 ind.100 m<sup>-3</sup>. The November 2014 and July 2015 samplings also exhibited relatively high abundances, with means of 1,490,869 ind.100 m<sup>-3</sup> and 1,236,185 ind.100 m<sup>-3</sup>, and medians of 1,179,459 ind.100 m<sup>-3</sup> and 950,235 ind.100 m<sup>-3</sup>, respectively. In contrast, the October 2013 and March 2015 samplings displayed lower abundances, with means of 724,059 ind.100 m<sup>-3</sup> and 2,448,013 ind.100 m<sup>-3</sup>, and medians of 334,093 ind.100 m<sup>-3</sup> and 268,376 ind.100 m<sup>-3</sup>, respectively. Notably, the March 2013 sampling exhibited a higher dispersion in abundances, encompassing both the lowest abundance in Zone A and the highest abundance in Zone C.

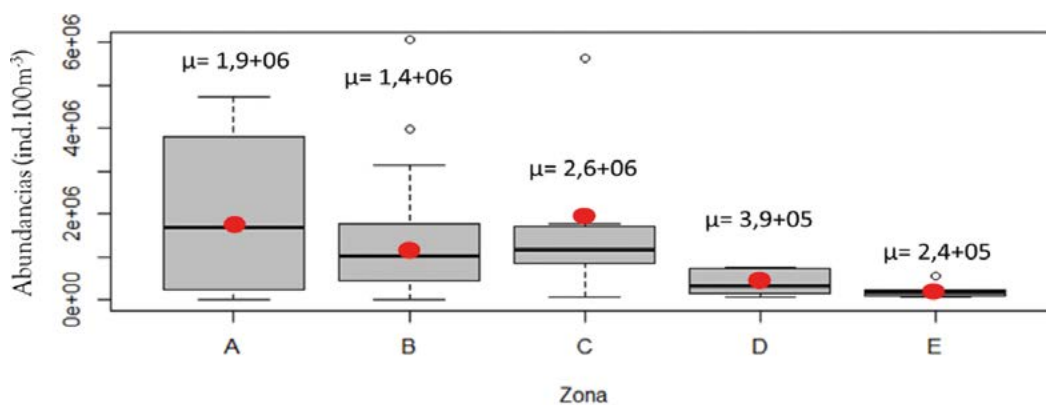


Figura 6.- Abundancias de zooplancton por zonas de muestreo. Línea negra central es la mediana. Puntos rojos indican el promedio de biovolúmenes de zooplancton. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 6. Zooplankton abundances by sampling zones. Central black line is the median. Red dots indicate mean zooplankton biovolumes. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)



mayor abundancia del zooplancton de todos los muestreos, la menor abundancia ubicada en la zona A y la mayor en la zona C.

Las abundancias al igual que los biovolúmenes presentaron diferencias significativas en los distintos periodos de muestreo (Kruskal-Wallis  $X^2 = 17,8$ ,  $g.l = 4$ ,  $p < 0,001$ ), siendo el periodo abril 2013 el que presentó las mayores abundancias, y octubre 2013 el de menores abundancias, con diferencias significativas entre sí ( $p < 0,05$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)) (Fig. 7).

Asimismo, entre estaciones del año hubo diferencias significativas (Kruskal-Wallis  $X^2 = 13,3$ ,  $g.l = 3$ ,  $p < 0,005$ ), asociadas a las mayores abundancias en otoño, respecto a las de primavera y verano ( $p < 0,01$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)) (Fig. 8).

### Composición de especies

Se determinó la presencia de 28 grupos de zooplancton, 20 a nivel de género y 37 al de especie (Tabla 2 y Anexos 1-10). A nivel específico, se determinó diferencias significativas espaciales (Kruskal-Wallis  $X^2 = 19,7$ ,  $g.l = 4$ ,  $p < 0,001$ ), siendo la zona D bastante diferente con las otras zonas ( $p < 0,01$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)). Así mismo, se determinó diferencias significativas entre los periodos de muestreo (Kruskal-Wallis  $X^2 = 40,1$ ,  $g.l = 4$ ,  $p < 0,001$ ), así el periodo de abril 2013 presentó diferencias significativas con el muestreo de octubre del mismo año, de la misma manera el periodo marzo 2015 fue significativamente diferente a octubre 2013 y noviembre 2014 ( $p < 0,001$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)).

Abundances, similar to biovolumes, exhibited significant differences across the various sampling periods (Kruskal-Wallis  $X^2 = 17,8$ ,  $g.l = 4$ ,  $p < 0,001$ ). The April 2013 period showed the highest abundances, while October 2013 displayed the lowest, with significant differences between them ( $p < 0,05$ , Tukey-Kramer (Nemenyi) test) (Fig. 7).

Likewise, significant differences were found among the seasons (Kruskal-Wallis  $X^2 = 13,3$ ,  $g.l = 3$ ,  $p < 0,005$ ), indicating higher abundances during autumn compared to spring and summer ( $p < 0,01$ , Tukey-Kramer (Nemenyi) test) (Fig. 8).

### Species composition

Twenty-eight zooplankton groups were identified, comprising 20 at the genus level and 37 at the species level (Table 2 and Appendices 1-10). Spatial analysis revealed significant differences at the species level (Kruskal-Wallis  $X^2 = 19,7$ ,  $g.l = 4$ ,  $p < 0,001$ ), particularly with Zone D exhibiting notable dissimilarity from the other zones ( $p < 0,01$ , Tukey-Kramer (Nemenyi) test). Furthermore, significant variations were observed among the sampling periods (Kruskal-Wallis  $X^2 = 40,1$ ,  $g.l = 4$ ,  $p < 0,001$ ). Specifically, the April 2013 period displayed significant disparities compared to the October sampling within the same year, while the March 2015 period exhibited significant distinctions from both October 2013 and November 2014 ( $p < 0,001$ , Tukey-Kramer (Nemenyi) test).

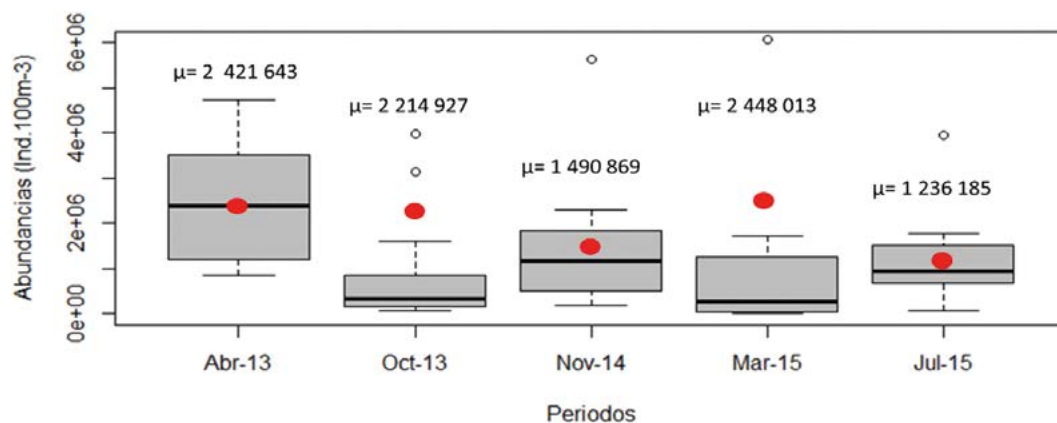


Figura 7.- Abundancias de zooplancton por periodos. Línea negra central es la mediana. Puntos rojos indican el promedio de biovolúmenes de zooplancton. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 7. Zooplankton abundances by period. Central black line is the median. Red dots indicate average zooplankton biovolumes. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

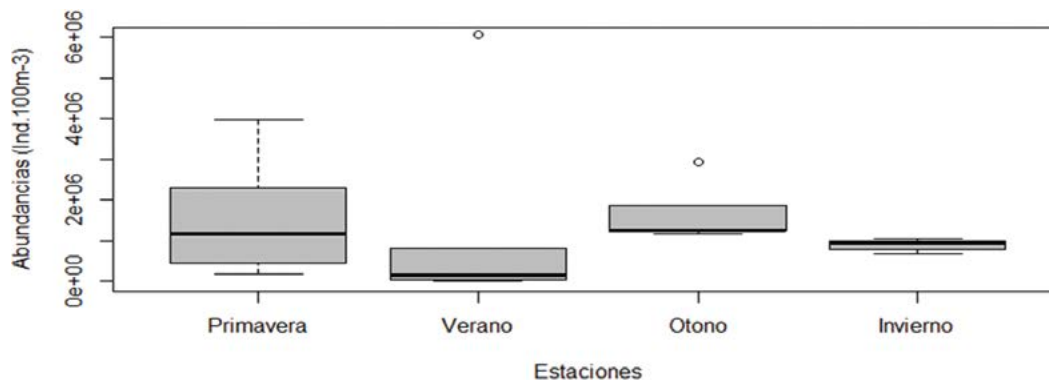


Figura 8.- Distribución de abundancias de zooplancton por estaciones del año. Línea negra central es la mediana. Puntos rojos indican el promedio de biovolúmenes de zooplancton. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 8. Distribution of zooplankton abundances by season. Central black line is the median. Red dots indicate mean zooplankton biovolumes. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

El grupo de los copépodos fue más abundante y frecuente, representando entre el 32 y 99 % de la abundancia total en los muestreos (Abr-13: 47,5 %, Oct-13: 53,8 %, Nov-14: 37,7 %, Mar-15: 99,6 % y Jul-15: 32,6 %) (Fig. 9). Este grupo fue frecuente en el 100 % de las estaciones y periodos de muestreo, y el de mayor número de especies, siendo la más representativa *Acartia* sp., frecuente en el 96 % de las estaciones muestreadas y con niveles de abundancia entre 433 y 4 521 356 ind.100 m<sup>-3</sup>, con media de 571 140 ind.100 m<sup>-3</sup>. Esta especie fue seguida en abundancia por los copépodos *Oithona nana*, *Paracalanus parvus* y *Hemicyclops* sp. con abundancias promedio de 388 928 ind.100 m<sup>-3</sup>, 186 016 ind.100 m<sup>-3</sup> y 100 836 ind.100 m<sup>-3</sup>, respectivamente. También cabe resaltar dentro de este grupo a *Centropages brachiatus* por su frecuencia (90 %), pero con menores abundancias con promedio de 33 229 ind.100 m<sup>-3</sup>. Las especies dominantes como *Acartia* sp. y *Hemicyclops* sp. registraron mayores densidades principalmente al interior de la bahía, mientras que *Oithona nana* registró densidades altas tanto en la zona A como en las zonas B y C.

Otros grupos relevantes por sus altos niveles de abundancia y frecuencia fueron apendicularias, cirrípedos (nauplios) y cladóceros, encontrados en el 62, 46 y 25 % de las estaciones muestreadas, respectivamente; en tanto que las abundancias, en cladóceros fueron de 73 642 ind.100 m<sup>-3</sup>, apendicularias de 51 611 ind.100 m<sup>-3</sup> y cirrípedos de 47 482 ind.100 m<sup>-3</sup>.

Copepods were the most abundant and frequent group, comprising 32% to 99% of the total abundance in the samples (Apr-13: 47,5 %, Oct-13: 53,8 %, Nov-14: 37,7 %, Mar-15: 99,6 %, and Jul-15: 32,6 %) (Fig. 9). This group was present in all stations and sampling periods, and it encompassed the greatest number of species, with *Acartia* sp. predominating. This species occurred in 96% of the sampled stations, with abundance ranging from 433 to 4,521,356 ind.100 m<sup>-3</sup>, and a mean abundance of 571,140 ind.100 m<sup>-3</sup>. Other notable copepod species included *Oithona nana*, *Paracalanus parvus*, and *Hemicyclops* sp. with average abundances of 388,928 ind.100 m<sup>-3</sup>, 186,016 ind.100 m<sup>-3</sup>, and 100,836 ind.100 m<sup>-3</sup>, respectively. Additionally, *Centropages brachiatus*, with a frequency of 90%, exhibited lower abundances averaging 33,229 ind.100 m<sup>-3</sup>. *Acartia* sp. and *Hemicyclops* sp. were predominantly found in higher densities within the bay, while *Oithona nana* recorded high densities in both Zone A and Zones B and C.

Other notable groups with high abundance and frequency were appendicularians, barnacle nauplii, and cladocerans, present in 62%, 46%, and 25% of the sampled stations, respectively. The abundances of cladocerans were 73,642 ind.100 m<sup>-3</sup>, appendicularians were 51,611 ind.100 m<sup>-3</sup>, and barnacle nauplii were 47,482 ind.100 m<sup>-3</sup>.

Tabla 2.- Composición, abundancia (Ind/muestra) y frecuencia (%) del zooplancton por especie y estadio.  
Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

Composition, abundance (Ind/sample) and frequency (%) of zooplankton by species and stage. Paracas Bay. Coastal edge (2013-2015)

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa	
Appendicularia	<i>Fritillaria</i> sp.	adulto	17	25.00	41	15511	0.03	
	<i>Oikopleura</i> sp.	inmaduro	13	19.12	113	13573	0.03	
		maduro	50	73.53	62	1169180	2.94	
Amphipoda	<i>Ampelisca</i> sp	maduro	1	1.47	42	42	0.00	
	Hyperidae	inmaduro	2	2.94	25	31	0.00	
	<i>Lycaea</i> sp.	maduro	1	1.47	28	28	0.00	
	<i>Vibilia</i> sp.	inmaduro	1	1.47	23	23	0.00	
Brachiopoda	<i>Disciniscia lamellosa</i>	larva	32	47.06	17	4978	0.02	
Briozoa	<i>Membranipora</i> sp.	larva	20	29.41	11	1975	0.00	
Chaetognatha	<i>Sagitta enflata</i>	madura	3	4.41	11	129	0.00	
	<i>Sagitta pacifica</i>	inmadura	2	2.94	27	170	0.00	
		madura	3	4.41	46	164	0.00	
Cirripedia	<i>Sagitta</i> sp.	inmadura	4	5.88	19	206	0.00	
		No determinado	cipris	50	73.53	12	20878	0.16
		nauplio	57	83.82	38	931446	2.67	
Cladocera	<i>Pleopis polyphemoides</i>	adulto	54	79.41	73	520285	4.03	
		inmaduro	2	2.94	103	151	0.00	
Copepoda	<i>Acartia</i> sp.	copepodito	63	92.65	61	1993656	17.65	
		adulto	64	94.12	241	2625304	18.61	
	<i>Calanus chilensis</i>	copepodito	13	19.12	19	4740	0.01	
		adulto	8	11.76	12	806	0.00	
	<i>Centropages brachiatus</i>	copepodito	59	86.76	36	405465	1.35	
		adulto	51	75.00	25	167026	0.63	
	<i>Clausocalanus jobei</i>	adulto	1	1.47	85	85	0.00	
	<i>Eucalanus inermis</i>	copepodito	27	39.71	30	2192	0.01	
		adulto	14	20.59	0	357	0.00	
	<i>Euchaeta</i> sp.	copepodito	1	1.47	41	41	0.00	
	<i>Haloptylus</i> sp.	copepodito	1	1.47	17	17	0.00	
	<i>Paracalanus pygmaeus</i>	adulto	1	1.47	40	40	0.00	
		copepodito	3	4.41	38	126	0.00	
	<i>Scolecithricella bradyi</i>	copepodito	4	5.88	46	147	0.00	
		adulto	2	2.94	16	57	0.00	
	<i>Paracalanus parvus</i>	copepodito	60	88.24	110	535104	5.14	
		adulto	64	94.12	117	1052262	6.85	
	<i>Subeucalanus mucronatus</i>	copepodito	1	1.47	17	17	0.00	
		adulto	2	2.94	13	50	0.00	
	Calanoida	nauplio	7	10.29	59	670	0.00	
		adulto	2	2.94	14	60	0.00	
	<i>Oithona nana</i>	copepodito	20	29.41	918	2143364	5.22	
		adulto	56	82.35	0	10628041	17.19	
	<i>Oithona plumifera</i>	copepodito	1	1.47	150	150	0.00	
		adulto	3	4.41	50	210	0.00	
	<i>Oithona</i> sp.	copepodito	43	63.24	155	92639	0.34	
		adulto	35	51.47	59	135602	0.66	
	Cyclopoida	adulto	5	7.35	111	557	0.00	
	<i>Oncaea conifera</i>	adulto	1	1.47	50	50	0.00	
	<i>Corycaeus dubius</i>	copepodito	2	2.94	29	533	0.00	
		adulto	10	14.71	17	554	0.00	
	<i>Hemicyclops</i> sp.	copepodito	31	45.59	34	965742	4.14	
		adulto	54	79.41	12	659091	1.48	
<i>Oncaea</i> sp.	copepodito	3	4.41	230	3758	0.00		
	adulto	43	63.24	41	495419	1.39		
<i>Oncaea venusta</i>	copepodito	1	1.47	41	41	0.00		
<i>Clytemnestra rostrata</i>	adulto	24	35.29	92	39669	0.08		
	copepodito	3	4.41	76	619	0.00		
<i>Euterpina acutifrons</i>	adulto	11	16.18	11	1535	0.00		
	copepodito	3	4.41	12	252	0.00		
<i>Microsetella rosea</i>	adulto	15	22.06	0	4384	0.01		
	adulto	17	25.00	15	3341	0.01		
Harpticoidea	adulto	68	100.00	0	14030	0.03		
<i>Caligus rapax</i>	adulto	2	2.94	85	102	0.00		
Copepoda	nauplio	55	80.88	133	1258330	4.04		
Ctenophora	<i>Hormiphora plumosa</i>	larva	4	5.88	29	13475	0.01	
	No determinado	larva	1	1.47	274	274	0.00	

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa	
Decapoda	Bellidae	zoea	33	48.53	14	4384	0.02	
	Brachyura	zoea	21	30.88	17	4731	0.01	
		megalopa	4	5.88	28	76	0.00	
		<i>Callinassa</i> sp.	zoea	8	11.76	12	202	0.00
		Caridea	mysis	4	5.88	17	58	0.00
		Galatheidae	zoea	3	4.41	13	217	0.00
		<i>Pleuroncodes monodon</i>	zoea	1	1.47	173	173	0.00
		Grapsidae	zoea	1	1.47	53	53	0.00
		<i>Emerita analoga</i>	zoea	6	8.82	25	302	0.00
		Nephropidae	zoea	2	2.94	21	36	0.00
		Decapoda	zoea	1	1.47	510	510	0.00
		Paguridae	zoea	11	16.18	15	1218	0.00
		Pinnotheridae	zoea	37	54.41	15	17867	0.04
		Porcellanidae	zoea	8	11.76	15	63	0.00
		Xanthidae	zoea	25	36.76	12	49382	0.06
			megalopa	1	1.47	53	53	0.00
		<i>Blepharipoda</i> sp.	zoea	1	1.47	40	40	0.00
	Echinodermata	No determinado	larva	32	47.06	17	28060	0.10
		Ophiuroidea	larva	12	17.65	11	69144	0.10
	Euphausiacea	No determinado	nauplio	6	8.82	40	6461	0.01
		caliropis	9	13.24	57	10428	0.01	
		furcilia	5	7.35	11	124	0.00	
Foraminifera	No determinado	larva	5	7.35	82	20026	0.03	
Gasteropoda	No determinado	larva	42	61.76	20	368292	1.11	
	Naticidae	larva	1	1.47	110	110	0.00	
Isopoda	No determinados	adulto	2	2.94	50	103	0.00	
Mysidacea	No determinado		2	2.94	39	169	0.00	
Nematoda	No determinado	adulto	3	4.41	50	329	0.00	
		inmaduro	1	1.47	101	101	0.00	
Ostracoda	<i>Conchoecetta giesbreschti</i>	adulto	8	11.76	13	52	0.00	
	No determinado	adulto	1	1.47	19	19	0.00	
Pelecipoda	No determinado	larva	48	70.59	12	662901	1.67	
Phoronida	No determinado	actinotroca	12	17.65	0	52102	0.09	
Platyhelminthes	No determinado	larva	9	13.24	46	835	0.00	
Polychaeta	Alciopidae	larva	1	1.47	13	13	0.00	
	Magelonidae		27	39.71	19	18182	0.05	
	Polychaeta	larva	57	83.82	37	70151	0.35	
	<i>Pelagobia longicirrata</i>		68	100.00	0	5042	0.02	
	<i>Harmothoe</i> sp.	larva	1	1.47	50	50	0.00	
	Polynoidea	larva	2	2.94	129	418	0.00	
	Sillidae	larva	1	1.47	164	164	0.00	
	Spionidae	larva	29	42.65	14	378488	0.51	
	Siphonophorae	<i>Muggiaea atlantica</i>	N.superior	18	26.47	12	7322	0.02
	Stomatopoda	Gonodactylidae	protozoa	1	1.47	743	743	0.00
		Squillidae	protozoa	4	5.88	58	183	0.00
		No determinado	protozoa	6	8.82	14	108	0.00
Thaliacea	<i>Doliolletta gegenbauri</i>		1	1.47	596	596	0.00	
	<i>Doliolum</i> sp.		4	5.88	38	1958	0.00	
	<i>Doliolletta gegenbauri</i>		4	5.88	40	1846	0.00	
	<i>Cyclosalpa backeri</i>		5	7.35	0	401	0.00	
	<i>Aglaura</i> sp.		2	2.94	17	52	0.00	
Hidroidomedusae	<i>Amphogona apicata</i>		1	1.47	27	27	0.00	
	Anthomedusae	inmaduro	9	13.24	17	487	0.00	
	<i>Bougainvillia macloviana</i>	larva	1	1.47	37	37	0.00	
	<i>Bougainvillia</i> sp.	larva	1	1.47	12	12	0.00	
	Capitata		1	1.47	341	341	0.00	
	<i>Cytaeis</i> sp.	inmadura	1	1.47	37	37	0.00	
	<i>Ectopleura demartieri</i>		2	2.94	113	596	0.00	
	<i>Halitholus</i> sp.		1	1.47	79	79	0.00	
	Leptomedusae		7	10.29	11	153	0.00	
	<i>Obelia</i> sp.		1	1.47	305	305	0.00	
	<i>Phialidium</i> sp.		4	5.88	84	1580	0.00	
	Rhopalonematidae		1	1.47	237	237	0.00	
	<i>Solmundella bitentaculata</i>		12	17.65	13	1022	0.00	
	Trachymedusae		4	5.88	12	110	0.00	
	No determinado		2	2.94	20	255	0.00	
	Insecta	No determinados	adulto	1	1.47	223	223	0.00
	Ictioplancton	<i>Atherinella nepenthe</i>	larva	1	1.47	166	166	0.00
		<i>Atherinella</i> sp.	larva	1	1.47	351	351	0.00
Atherinidae		larva	2	2.94	92	635	0.00	
<i>Odontesthes regia regia</i>		larva	2	2.94	14	76	0.00	
<i>Hypsoblennius</i> sp.		larva	3	4.41	24	404	0.00	
<i>Ophioblennius</i> sp.		larva	1	1.47	59	59	0.00	
Carangidae		larva	1	1.47	38	38	0.00	
<i>Anchoa nasus</i>		huevo	14	20.59	21	238652	0.33	
		larva	2	2.94	297	632	0.00	
<i>Engraulis ringens</i>		huevo	50	73.53	38	121829	0.62	
		larva	32	47.06	21	3065	0.01	
Engraulidae		huevo	1	1.47	37	37	0.00	
<i>Normanichthys crockeri</i>		larva	1	1.47	37	37	0.00	
Sciaenidae		larva	3	4.41	202	609	0.00	
No determinados		huevo	40	58.82	17	17099	0.05	
		larva	14	20.59	15	1286	0.00	

6651 2174812 100.00

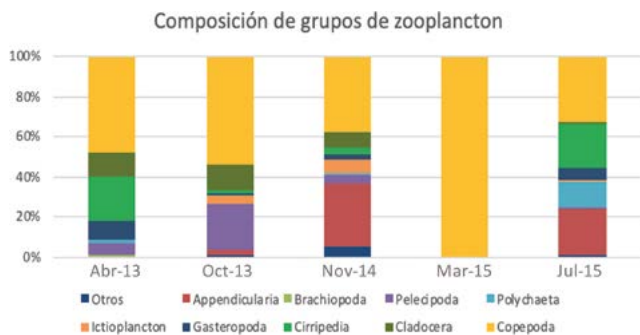


Figura 9.- Abundancia porcentual de los grupos de zooplancton por periodos de muestreo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 9. Percent abundance of zooplankton groups by sampling periods. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

La especie *Acartia* sp., se encontró distribuida en casi toda el área de estudio y sus niveles de abundancia tuvieron un comportamiento espacial similar al de las abundancias totales del zooplancton, es decir con un gradiente en las abundancias en las zonas A, B, C, D y E (Fig. 10). Esto se puede apreciar claramente en los muestreos de abril 2013, octubre 2013 y noviembre 2014, cuando las mayores densidades se dieron en la zona A, disminuyendo hacia la zona C, mientras que un comportamiento contrario se observó en marzo 2015 cuando las mayores densidades se evidenciaron en la zona C y disminuyeron hacia la bahía, acotando que en ese muestreo no hubo ejemplares de esta especie dentro de la bahía. En julio 2015, los niveles de abundancia en las tres zonas fueron muy bajos comparados con los muestreos anteriores, no pudiendo observarse ninguna tendencia con el patrón mencionado anteriormente (Fig. 11).

*Hemicyclops* sp. fue otra especie importante dentro de la zona de estudio, aunque sus niveles de abundancia fueron menores si se compara con los de *Acartia* sp. Las mayores densidades se registraron en la zona A y fueron disminuyendo en las zonas alrededor de la bahía (Fig. 12).

En los muestreos de abril 2013, octubre 2013 y noviembre 2014 cuando las mayores densidades se dieron en la zona A, fueron menos abundantes hacia la zona C, mientras que un comportamiento contrario se observó en marzo 2015 cuando las mayores densidades se evidenciaron en la zona C y disminuyeron hacia la bahía. En el último muestreo, julio 2015, los niveles de abundancia en las tres zonas fueron muy bajos comparados con

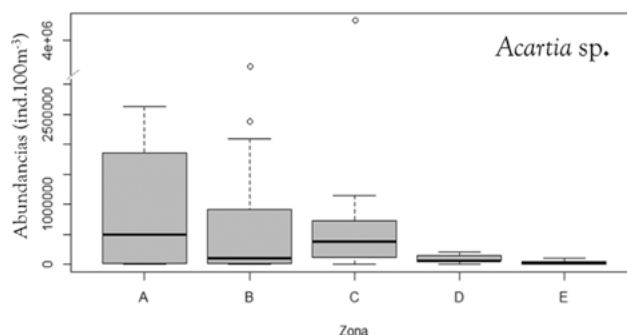


Figura 10.- Boxplot de abundancias de *Acartia* sp. por zonas de muestreo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 10. Boxplot of *Acartia* sp. abundances by sampling zones. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

The species *Acartia* sp. was widely distributed across the study area, and its abundance levels exhibited a spatial pattern similar to that of the total zooplankton abundances, displaying a gradient across zones A, B, C, D, and E (Fig. 10). This pattern is evident in the April 2013, October 2013, and November 2014 samplings, with higher densities in zone A decreasing towards zone C. Conversely, in March 2015, the highest densities were observed in zone C, decreasing towards the bay. It is worth noting that no individuals of this species were found within the bay during that sampling period. In July 2015, the abundance levels in all three zones were considerably low compared to previous samplings, without a clear trend following the aforementioned pattern (Fig. 11).

*Hemicyclops* sp. emerged as a significant species within the study area, albeit with lower abundance levels compared to *Acartia* sp. The highest densities were observed in zone A, gradually decreasing in the surrounding areas of the bay (Fig. 12).

During the samplings in April 2013, October 2013, and November 2014, the highest densities were found in zone A, gradually decreasing towards zone C. However, in March 2015, a reverse pattern was observed with the highest densities occurring in zone C and decreasing towards the bay. In the final sampling in July 2015, abundance levels were considerably lower in all three zones compared to previous samplings, and no specific trend was evident (Table 3), similar to the findings in *Acartia* sp.

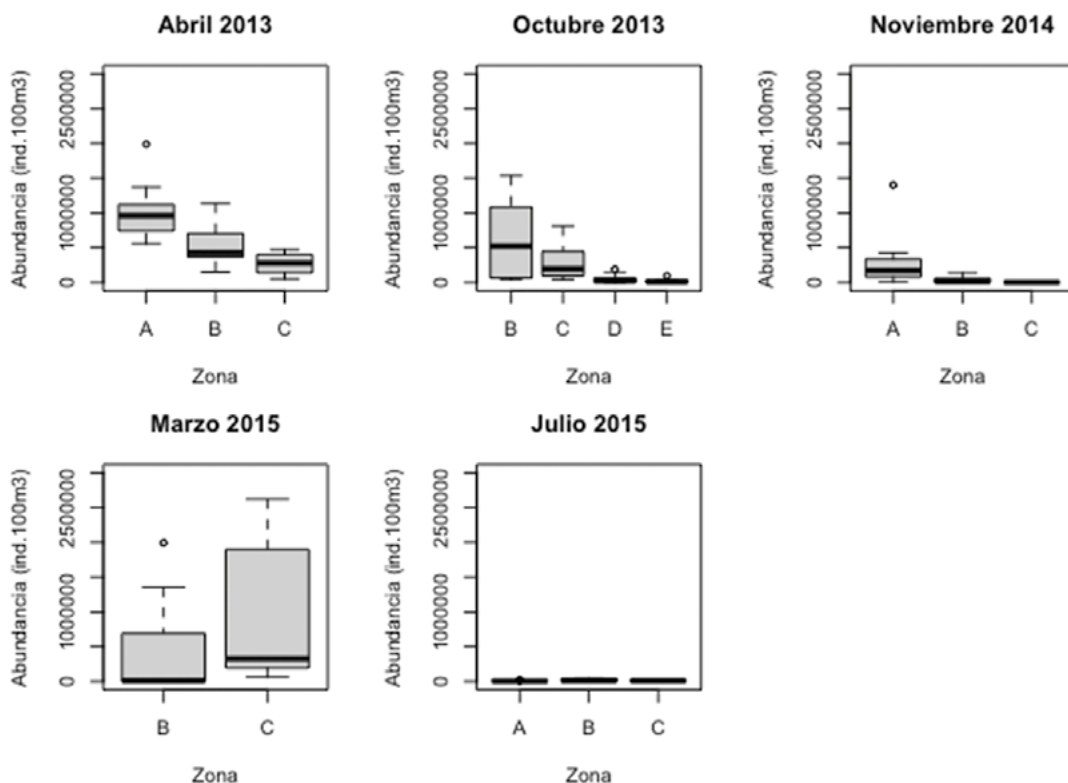


Figura 11.- Boxplot de abundancias de *Acartia* sp. por periodos y zonas de muestreo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 11. Boxplot of *Acartia* sp. abundances by periods and sampling zones. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

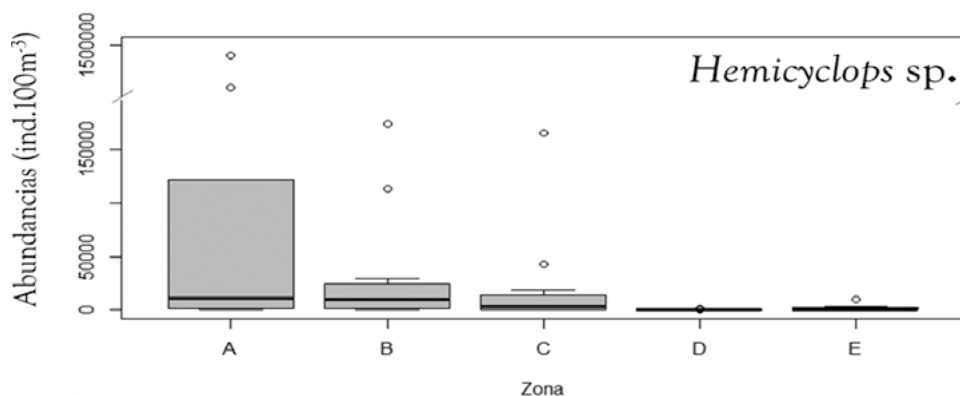


Figura 12.- Boxplot de abundancia de *Hemicyclops* sp. por zonas de muestreo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 12. Boxplot of *Hemicyclops* sp. abundance by sampling zones. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

los muestreos anteriores, sin evidenciar ninguna tendencia (Tabla 3), como lo que se observó de manera similar en *Acartia* sp.

*Paracalanus parvus* presentó sus mayores densidades en la zona A y C, pero en la zona A, se registró mayor variabilidad en las densidades, con algunos valores más altos (densidades entre 117 y 1 383 439 ind.100 m<sup>-3</sup>, promedio 356

*Paracalanus parvus* displayed higher densities in zones A and C, with zone A showing greater variability in densities, including some higher values (densities ranging from 117 to 1,383,439 ind.100 m<sup>-3</sup>, mean 356,074 ind.100 m<sup>-3</sup>, and median 185,023 ind.100 m<sup>-3</sup>). In contrast, zone C showed less variability (densities ranging from 2,493 to 551,726 ind.100 m<sup>-3</sup>, mean 154,808 ind.100 m<sup>-3</sup>, and median 82,109



074 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana 185 023 ind.100 m<sup>-3</sup>), mientras que en la zona C, las abundancias fueron menos variables (densidades entre 2. 493 y 551 726 ind.100 m<sup>-3</sup>, promedio 154 808 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana 82 109 ind.100 m<sup>-3</sup>). Las densidades más bajas se dieron en la zona B, aunque se observaron algunas estaciones con valores altos (180 y 739 772 ind.100 m<sup>-3</sup>, promedio 119 157 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana 31.560 ind.100 m<sup>-3</sup>) (Fig. 13).

ind.100 m<sup>-3</sup>). Zone B had the lowest densities overall, although some stations displayed higher values (180 and 739,772 ind.100 m<sup>-3</sup>, mean 119,157 ind.100 m<sup>-3</sup>, and median 31,560 ind.100 m<sup>-3</sup>) (Fig. 13).

*Oithona nana* generally displayed a relatively low median abundance, but it exhibited higher abundance in zone A, with densities

Tabla 3.- Abundancias promedio de especies dominantes por zona por periodo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015. (NA: Área no muestreada)

Table 3. Average abundances of dominant species by area by period. Paracas Bay and surrounding areas between 2013 and 2015. (NA: Area not sampled)

Especies Species	Zona/ Zone Período/Period	A	B	C	D	E
<i>Acartia</i> sp.	Abr-13	1018453	515833	269586	NA	NA
	Oct-13	NA	615958	291612	46516	17469
	Nov-14	322466	33939	1178	NA	NA
	Mar-15	0	424167	904583	NA	NA
	Jul-15	5391	17492	8139	NA	NA
<i>Hemicyclops</i> sp.	Abr-13	7445	4829	14720	NA	NA
	Oct-13	NA	1890	3031	203	983
	Nov-14	3215	9552	345	NA	NA
	Mar-15	4576	26687	46787	NA	NA
	Jul-15	336790	226562	NA	NA	NA
<i>Oithona nana</i>	Abr-13	259353	217463	60804	NA	NA
	Oct-13	NA	213473	93403	18104	7489
	Nov-14	165177	13620	19545	NA	NA
	Mar-15	10832	801583	2628186	NA	NA
	Jul-15	3201	314	5044	NA	NA
<i>Pleopis polyphemoides</i>	Abr-13	269652	72304	66790	NA	NA
	Oct-13	NA	147550	97970	1845	612
	Nov-14	120049	111574	6318	NA	NA
	Mar-15	0	0	89	NA	NA
	Jul-15	5445	121	86	NA	NA

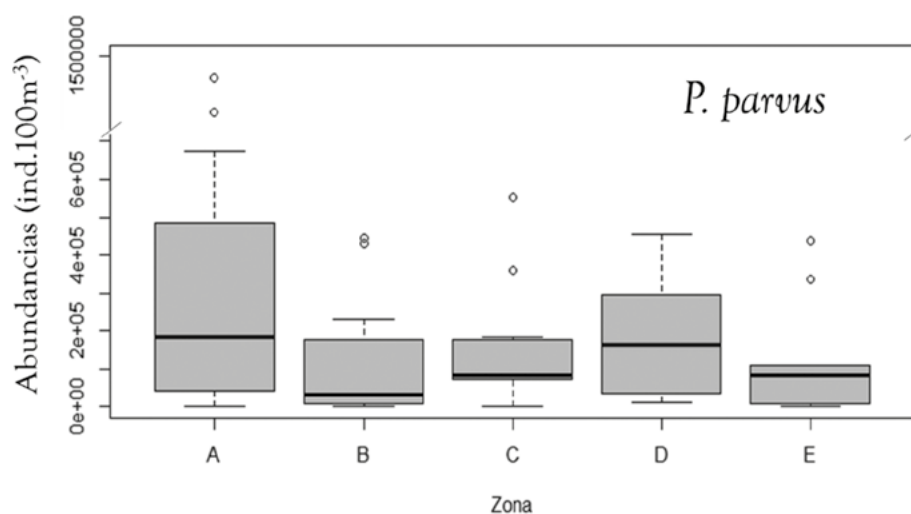


Figura 13.- Boxplot de abundancia de *Paracalanus parvus* por zonas de muestreo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 13. Boxplot of *Paracalanus parvus* abundance by sampling zones. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

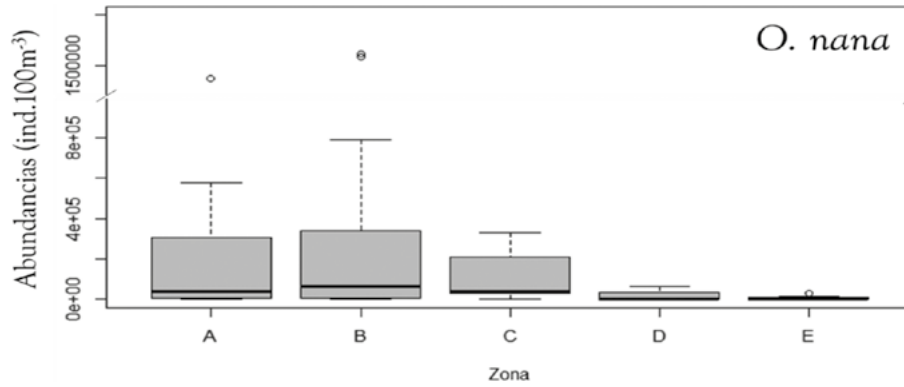


Figura 14.- Boxplot de abundancia de *Oithona nana* por zonas de muestreo. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 14. Boxplot of *Oithona nana* abundance by sampling zones. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

Tabla 4.- Parámetros comunitarios del zooplancton. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015. Zona (A-E), Periodos: abril y octubre 2013, noviembre 2014, marzo 2015 y julio 2015

Table 4. Community parameters of zooplankton. Paracas Bay and surrounding areas between 2013 and 2015. Zone (A-E). Periods: April and October 2013, November 2014, March 2015 and July 2015

Código	Estación	Zona	Periodo	Nro	Abundancias	Riqueza	Equidad	Diversidad
				Especies	N	d	J'	H'(log2)
1AA13	1	A	Abr-13	19	3236435	1.201	0.493	2.092
2AA13	2	A	Abr-13	21	2994074	1.341	0.363	1.593
3AA13	3	A	Abr-13	17	3954312	1.053	0.497	2.030
4AA13	4	A	Abr-13	20	4746504	1.236	0.537	2.321
5AA13	5	A	Abr-13	18	3813900	1.122	0.378	1.577
9BA13	9	B	Abr-13	16	1260388	1.068	0.429	1.717
10BA13	10	B	Abr-13	15	1869171	0.969	0.269	1.050
15BA13	15	B	Abr-13	22	1158619	1.504	0.337	1.502
16BA13	16	B	Abr-13	16	1246342	1.069	0.264	1.057
18BA13	18	B	Abr-13	16	2931952	1.007	0.398	1.591
24CA13	24	C	Abr-13	17	840220	1.173	0.616	2.519
26CA13	26	C	Abr-13	12	1007861	0.796	0.324	1.160
9BO13	9	B	Oct-13	26	174881	2.071	0.450	2.116
10BO13	10	B	Oct-13	28	515531	2.053	0.384	1.846
11BO13	11	B	Oct-13	19	3144827	1.203	0.357	1.516
18BO13	18	B	Oct-13	23	3986726	1.448	0.410	1.854
24CO13	24	C	Oct-13	32	1155367	2.221	0.435	2.174
26CO13	26	C	Oct-13	21	1200263	1.429	0.448	1.968
28CO13	28	C	Oct-13	21	1610814	1.399	0.357	1.568
29CO13	29	C	Oct-13	13	145632	1.009	0.328	1.214
31CO13	31	C	Oct-13	29	956443	2.033	0.448	2.177
33DO13	33	D	Oct-13	35	753999	2.512	0.358	1.839
35DO13	35	D	Oct-13	41	725019	2.964	0.485	2.599
36DO13	36	D	Oct-13	33	161587	2.668	0.472	2.382
37DO13	37	D	Oct-13	33	59037	2.913	0.616	3.106
38DO13	38	D	Oct-13	34	417004	2.550	0.495	2.517
41DO13	41	D	Oct-13	31	219951	2.439	0.296	1.465
46EO13	46	E	Oct-13	33	110000	2.757	0.450	2.270
48EO13	48	E	Oct-13	29	182319	2.311	0.362	1.759
50EO13	50	E	Oct-13	30	549216	2.194	0.248	1.219
52EO13	52	E	Oct-13	17	66775	1.440	0.475	1.942
53EO13	53	E	Oct-13	28	213344	2.200	0.455	2.187
54EO13	54	E	Oct-13	40	251183	3.137	0.475	2.527
56EO13	56	E	Oct-13	19	566839	1.359	0.443	1.884
59EO13	59	E	Oct-13	28	141749	2.276	0.430	2.070
62EO13	62	E	Oct-13	22	68907	1.885	0.464	2.068

Código	Estación	Zona	Periodo	Nro	Abundancias	Riqueza	Equidad	Diversidad
				Especies	N	d	J'	H'(log2)
1AN14	1	A	Nov-14	23	5624171	1.415	0.582	2.632
2AN14	2	A	Nov-14	36	1789398	2.431	0.588	3.038
4AN14	4	A	Nov-14	30	1356248	2.054	0.419	2.054
5AN14	5	A	Nov-14	38	1618831	2.588	0.560	2.938
9BN14	9	B	Nov-14	17	439098	1.231	0.497	2.033
10BN14	10	B	Nov-14	28	434857	2.080	0.638	3.067
11BN14	11	B	Nov-14	34	1003804	2.388	0.603	3.069
14BN14	14	B	Nov-14	33	2310780	2.184	0.544	2.744
15BN14	15	B	Nov-14	38	691466	2.752	0.590	3.097
17BN14	17	B	Nov-14	33	1870880	2.216	0.615	3.100
24CN14	24	C	Nov-14	48	180911	3.882	0.540	3.013
27CN14	27	C	Nov-14	19	574821	1.357	0.610	2.592
2AM15	2	A	Mar-15	8	39202	0.662	0.616	1.849
4AM15	4	A	Mar-15	8	8009	0.779	0.778	2.335
9BM15	9	B	Mar-15	17	48247	1.484	0.350	1.432
10BM15	10	B	Mar-15	10	11632	0.961	0.623	2.071
11BM15	11	B	Mar-15	7	55861	0.549	0.716	2.010
14BM15	14	B	Mar-15	15	268376	1.120	0.537	2.097
15BM15	15	B	Mar-15	18	6069299	1.088	0.352	1.467
17BM15	17	B	Mar-15	11	830680	0.734	0.112	0.386
24CM15	24	C	Mar-15	16	503591	1.142	0.392	1.568
26CM15	26	C	Mar-15	16	1709896	1.045	0.478	1.913
28CM15	28	C	Mar-15	15	17383347	0.840	0.224	0.874
2AJ15	2	A	Jul-15	23	3960766	1.448	0.442	2.001
4AJ15	4	A	Jul-15	28	1507838	1.898	0.544	2.615
5AJ15	5	A	Jul-15	25	234243	1.941	0.575	2.671
6AJ15	6	A	Jul-15	24	921864	1.675	0.166	0.763
7AJ15	7	A	Jul-15	30	1773207	2.016	0.288	1.411
10BJ15	10	B	Jul-15	29	1050450	2.020	0.299	1.454
11BJ15	11	B	Jul-15	31	950235	2.180	0.366	1.812
17BJ15	17	B	Jul-15	24	662512	1.716	0.320	1.467
26CJ15	26	C	Jul-15	24	62614	2.082	0.687	3.148
Mínimo				7	8009	0.549	0.112	0.386
Máximo				48	17383347	3.882	0.778	3.148

*Oithona nana* en términos generales presenta una mediana relativamente baja, pero se notó que hubo mayor abundancia en la zona A donde se presentaron densidades entre 126 y 1 371 837 ind.100 m<sup>-3</sup> (con promedio 234 362 ind.100m<sup>-3</sup> y mediana de 39 408 ind.100 m<sup>-3</sup>); en la zona B, las densidades variaron entre 41 y 1 616 902 ind.100 m<sup>-3</sup> (promedio 306423 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana 62 413 ind.100 m<sup>-3</sup>). En la zona C las densidades se redujeron, registrándose entre 321 y 12 771 404 ind.100 m<sup>-3</sup> (promedio 1 076 053 ind.100 m<sup>-3</sup> y mediana de 41 521 ind.100 m<sup>-3</sup>). Finalmente, en las zonas D y E los valores fueron muy bajos con densidades de 239 a 64 841 ind.100 m<sup>-3</sup> y de 108 a 31 100 ind.100 m<sup>-3</sup>, respectivamente (Fig. 14).

ranging from 126 to 1,371,837 ind.100 m<sup>-3</sup> (mean 234,362 ind.100m<sup>-3</sup>, median 39,408 ind.100 m<sup>-3</sup>). In zone B, densities varied from 41 to 1,616,902 ind.100 m<sup>-3</sup> (mean 306,423 ind.100 m<sup>-3</sup>, median 62,413 ind.100 m<sup>-3</sup>). Zone C showed reduced densities, ranging from 321 to 12,771,404 ind.100 m<sup>-3</sup> (mean 1,076,053 ind.100 m<sup>-3</sup>, median 41,521 ind.100 m<sup>-3</sup>). Finally, zones D and E exhibited very low values, with densities ranging from 239 to 64,841 ind.100 m<sup>-3</sup> and from 108 to 31,100 ind.100 m<sup>-3</sup>, respectively (Fig. 14).

### Análisis comunitario

El número de especies por estación tuvo un rango entre 16 y 41. La riqueza de especies fluctuó entre 0,796 y 3,137, con el valor más alto (48 especies) en noviembre 2014, en la estación 24 frente al río Pisco (zona norte costera) y el más bajo (7 especies), fue encontrado en marzo 2015, en la Estación 11 frente a playa Lobería (zona sur costera). El índice de Shannon mostró valores comprendidos entre 0,386 y 3,142 bits/ind. (Tabla 4), mientras que los valores de equidad estuvieron entre 0,112 y 0,778, notándose que el valor más bajo coincidió con la mínima diversidad en la estación 17 en marzo 2015.

De acuerdo al índice de similaridad de Bray Curtis, se clasificó a las estaciones de muestreo en 4 grupos, basados en la composición y abundancia por especie (Fig. 15).

**Grupo I:** estuvo compuesto por las estaciones de marzo 2015, donde *Acartia* sp. registró menor densidad y abundancia menor a 433 ind.100 m<sup>-3</sup> (Zona B), o no estuvo presente (Zona A). Esta disminución permitió mayor contribución relativa de otras especies, registrando valores altos de equidad.

### Community analysis

The number of species per station ranged from 16 to 41, with species richness varying between 0.796 and 3.137. The highest species richness (48 species) was observed in November 2014 at Station 24, located off the Pisco River (coastal north zone), while the lowest species richness (7 species) was recorded in March 2015 at Station 11, near Lobería Beach (coastal south zone). The Shannon index ranged from 0.386 to 3.142 bits/ind. (Table 4), and the evenness values ranged from 0.112 to 0.778. Notably, the lowest evenness value corresponded to the minimum diversity observed at Station 17 in March 2015.

According to the Bray Curtis similarity index, the sampling stations were classified into 4 groups, based on species composition and abundance (Fig. 15).

**Group I:** comprised stations from March 2015, where *Acartia* sp. exhibited the lowest density and abundance (<433 ind.100 m<sup>-3</sup>) in Zone B or was absent in Zone A. This resulted in a higher relative contribution of other species, leading to high evenness values.

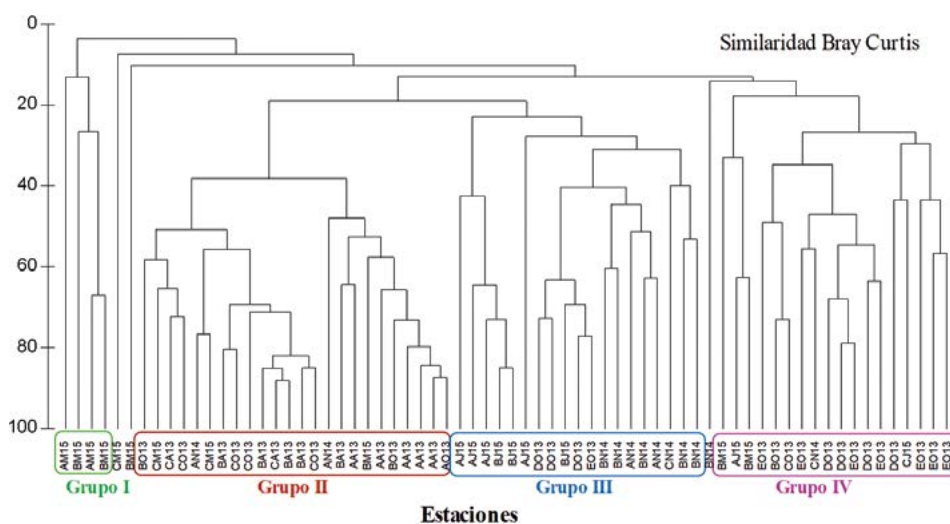


Figura 15.- Dendrograma de Similaridad Bray Curtis de estaciones de zooplancton (Zona y Periodo de muestreo). Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015. Cada estación está identificada por zona (primera inicial), mes y año de la campaña (segunda inicial)

Figure 15. Bray Curtis Similarity Dendrogram of zooplankton stations (Zone and Sampling Period). Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015). Each station is identified by zone (first initial), month and year of the campaign (second initial)

**Grupo II:** incluyó las estaciones con predominio de *Acartia* sp. y *Paracalanus parvus*, cuando los niveles de abundancia fueron altos y la equidad fue baja. Este grupo asoció principalmente a los periodos abril y octubre 2013 y las zonas dentro de la bahía (Zona A) y costeras sur (Zona B) y norte (Zona C).

**Grupo III:** aquí se agruparon las estaciones con mayor densidad de huevos de anchoveta, *Oithona* sp., nauplios de copépodos, *Oncaea* y larvas de equinodermos, así como estaciones con valores altos de equidad. Agrupó estaciones pertenecientes a las zonas A, B y C del periodo noviembre 2014, estaciones de las zonas D y E (alejadas de la costa) en octubre 2013 y estaciones correspondientes a las zonas A y B de julio 2015.

**Grupo IV:** la agrupación se dio en estaciones con valores con alta riqueza de especies, así como altas densidades de *Acartia* sp., *Oithona* sp. y huevos de anchoveta. Agrupa estaciones de las zonas B, C, D y E de octubre 2013, estaciones pertenecientes a la zona C del periodo noviembre 2014, estaciones correspondientes a las zonas B del periodo marzo 2015 y zonas A y C de julio 2015.

#### 4. DISCUSIÓN

El rango de variación de los biovolúmenes de zooplancton fue mayor en octubre 2013 y noviembre 2014; y fue menor en marzo y julio 2015. Los biovolúmenes de zooplancton durante la primavera 2014 fueron mayores a los del 2013, probablemente debido al incremento en las abundancias de especies de mayor tamaño como *Centropages brachiatus*. Sin embargo, se observaron semejanzas con el muestreo efectuado en otoño 2013 (abril) en el promedio de los volúmenes y la ubicación de los mayores biovolúmenes registrados al sur de la bahía.

Al comparar los biovolúmenes del zooplancton encontrados en este periodo con los disponibles en otras zonas costeras como las bahías El Ferrol, Miraflores y Samanco, se obtuvieron diferencias significativas entre ellas (Kruskal-Wallis  $X^2 = 33,6$ , g.l = 3,  $p < 0,001$ ), sin embargo, Paracas solo superó significativamente a Samanco ( $p < 0,001$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)) (Fig. 16) cuyos biovolúmenes fueron más bajos en promedio que los de otras bahías.

**Group II:** encompassed stations dominated by *Acartia* sp. and *Paracalanus parvus*, characterized by high abundance levels and low evenness. This group mainly associated with the periods of April and October 2013, and coastal Zones A, B, and C.

**Group III:** clustered stations with higher densities of *Engraulis ringens* eggs, *Oithona* sp., copepod nauplii, *Oncaea*, and echinoderm larvae, as well as high evenness values. It included stations from November 2014 in Zones A, B, and C, offshore Zones D and E in October 2013, and Zones A and B in July 2015.

**Group IV:** formed by stations with high species richness and dense populations of *Acartia* sp., *Oithona* sp., and *E. ringens* eggs. It consisted of stations from Zones B, C, D, and E in October 2013, Zone C in November 2014, Zone B in March 2015, and Zones A and C in July 2015.

#### 4. DISCUSSION

The range of variation in zooplankton biovolumes was greater in October 2013 and November 2014, while it was lower in March and July 2015. Spring 2014 exhibited higher zooplankton biovolumes compared to 2013, likely attributed to increased abundances of larger-sized species, such as *Centropages brachiatus*. Nevertheless, similarities were observed with the autumn 2013 (April) sampling in terms of average volumes and the occurrence of highest biovolumes located south of the bay.

When comparing the zooplankton biovolumes observed during this period with those from other coastal zones such as El Ferrol, Miraflores, and Samanco bays, significant differences were found (Kruskal-Wallis  $X^2 = 33.6$ , g.l = 3,  $p < 0.001$ ). Specifically, Paracas Bay showed a significant difference compared to Samanco Bay ( $p < 0.001$ , Tukey-Kramer (Nemenyi) test) (Fig. 16), with lower average biovolumes recorded in Samanco Bay compared to the other bays.

Las abundancias al igual que los biovolúmenes presentaron diferencias significativas en las distintas bahías (Kruskal-Wallis  $X^2 = 71,8$ ,  $g.l = 3$ ,  $p < 0,005$ ) e igualmente Paracas solo superó significativamente a Samanco ( $p < 0,001$ , prueba de Tukey-Kramer (Nemenyi)), que presentó las menores abundancias entre las cuatro bahías (Fig. 16).

Comparando los índices comunitarios, se observó que Paracas tendió a presentar mayores valores promedio de diversidad de Shannon y de Equidad que las otras bahías, pero sin exhibir diferencias significativas.

Como se ha evidenciado, espacialmente la mayor variabilidad de biovolúmenes y abundancias se encontraron en la zona A, al interior de la bahía Paracas, donde se registraron mayores biovolúmenes y mayores abundancias de zooplancton. Tomadas en conjunto todas las áreas adyacentes, los biovolúmenes al interior de la bahía son significativamente mayores a los registrados en los alrededores (Kruskal-Wallis  $X^2 = 5,04$ ,  $g.l = 1$ ,  $p < 0,05$ ) mientras que las abundancias no registraron diferencias significativas dentro y fuera de la bahía, aunque tendieron a ser mayores al interior (Fig. 17). Los mayores biovolúmenes encontrados al interior podrían ser resultado de la predominancia de vientos moderados en esta localidad, formando un hábitat favorable de residencia para las especies, aunque la dirección e intensidad de las corrientes varían en la superficie, zona media y profunda (SALZWEDEL, FLORES, DE FLORES, ZAFRA & CARBAJAL, 1988).

La variación estacional de los biovolúmenes del zooplancton encontrada en el presente estudio (Fig. 5) coincide en términos generales con lo descrito por SÁNCHEZ (2009) para el periodo entre octubre 2005 y setiembre 2006, quienes describieron biovolúmenes más altos en otoño en comparación al resto del año. Nuestros resultados muestran, además, que los menores biovolúmenes se encontraron en verano, período caracterizado por mayor frecuencia de eventos hipóxicos en el interior de la bahía (PITCHER *et al.*, 2021).

En general, los copépodos fueron el grupo más abundante (72 %) durante todo el periodo estudiado. Sin embargo, en algunas estaciones de muestreo otros grupos cobraron relevancia por sus niveles de abundancia. Durante el 2013, cladóceros,

Abundances, as well as biovolumes, exhibited significant variations across the different bays (Kruskal-Wallis  $X^2 = 71,8$ ,  $g.l = 3$ ,  $p < 0,005$ ). Specifically, Paracas showed a significant difference compared to Samanco ( $p < 0,001$ , Tukey-Kramer test (Nemenyi)), with Samanco displaying the lowest abundances among the four bays (Fig. 16).

Upon comparing the community indices, it was observed that Paracas generally exhibited higher average values of Shannon diversity and evenness compared to the other bays, although no significant differences were found.

Spatially, the zone within Paracas Bay, specifically Zone A, showed the highest variability in biovolumes and abundances, with greater biovolumes and zooplankton abundances recorded. When considering all surrounding areas, the biovolumes inside the bay were significantly higher than those outside (Kruskal-Wallis  $X^2 = 5,04$ ,  $g.l = 1$ ,  $p < 0,05$ ). Although the abundances did not display significant differences inside and outside the bay, they tended to be higher within (Fig. 17). This pattern could be attributed to the prevailing moderate winds in the locality, creating a favorable habitat for species residence. It should be noted that the direction and intensity of currents vary across the surface, mid-water, and deep zones (SALZWEDEL, FLORES, DE FLORES, ZAFRA & CARBAJAL, 1988).

The seasonal variation of zooplankton biovolumes observed in this study (Fig. 5) generally aligns with the findings reported by SÁNCHEZ (2009) for the period from October 2005 to September 2006, where higher biovolumes were documented in autumn compared to the rest of the year. Additionally, our results indicate that the lowest biovolumes were recorded during summer, a season characterized by a higher occurrence of hypoxic events within the bay (PITCHER *et al.*, 2021).

In general, copepods predominated (72%) throughout the entire study period. Nonetheless, certain sampling stations exhibited notable abundance levels of other groups. During 2013, cladocerans, barnacle larvae, and copepod nauplii displayed high abundance values.



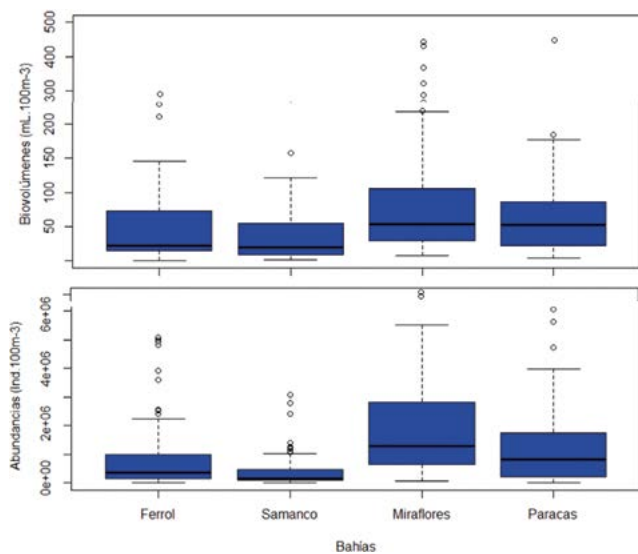


Figura 16.- Boxplot de volúmenes y abundancias de zooplancton en 4 áreas de afloramiento. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 16. Boxplot of zooplankton volumes and abundances in 4 upwelling areas. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

larvas de cirrípedos y nauplios de copépodos presentaron valores de abundancia altos, también en la primavera del 2014 destacaron además de los copépodos, otros grupos como las apendicularias y los cladóceros. Por otro lado, es importante resaltar también el incremento de especies en este periodo respecto a la primavera del 2013 cuando se reportaron las hidromedusas *Amphogona apicata*, *Ectopleura dumartieri* y una especie de salpa, *Cyclosalpa backeri* la que está asociada a aguas tropicales.

El copépodo *Acartia* sp. fue la especie dominante durante los muestreos del 2013 representando más del 50 % de la abundancia total del zooplancton y conjuntamente con *O. nana* en otoño y *P. parvus* en primavera, representaron cerca del 70 % de esta abundancia. En estos muestreos debido a la dominancia de estas especies los valores de equidad fueron bajos. Por otro lado, se puede apreciar que cuando *Acartia* sp. disminuyó sus abundancias, otras especies como *P. parvus* incrementaron sus densidades. La disminución en la abundancia de *Acartia* sp. estuvo asociada al ingreso de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) cerca de la bahía como se pudo apreciar en marzo del 2015 (L. Vásquez, com. personal). Esto fue observado anteriormente por SÁNCHEZ (2009) quienes reportaron para septiembre del 2005, que el ingreso de ASS influyó la diversidad de la comunidad zooplanctónica, registrando baja densidad de *Acartia* y el ingreso de especies holoplanctónicas no observadas antes en la bahía.

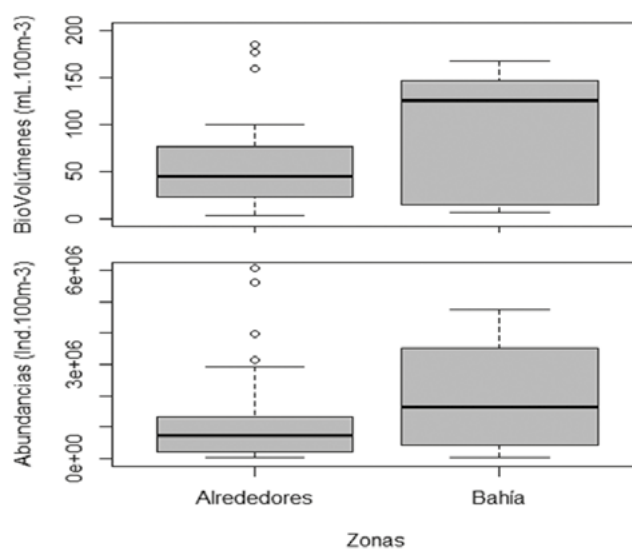


Figura 17.- Boxplot de biovolúmenes y abundancias en la bahía y sus alrededores. Bahía Paracas y alrededores entre 2013 y 2015

Figure 17. Boxplot of biovolumenes and abundancias in the bay and surroundings. Paracas Bay and surrounding areas (2013-2015)

In addition to copepods, the spring of 2014 showcased the prominence of appendicularians and cladocerans. Moreover, it is noteworthy that species diversity increased during this period compared to the spring of 2013, with the recorded presence of hydrozoans, including *Amphogona apicata* and *Ectopleura dumartieri*, along with a salp species (*Cyclosalpa backeri*) which is typically associated with tropical waters.

During the 2013 samplings, the copepod *Acartia* sp. predominated with over 50% of the total zooplankton abundance. Along with *O. nana* in autumn and *P. parvus* in spring, they accounted for approximately 70% of the overall abundance. The prevalence of these species resulted in lower values of evenness. Interestingly, when *Acartia* sp. declined in abundance, other species such as *P. parvus* exhibited increased densities. The decrease in *Acartia* sp. abundance was attributed to the inflow of Subtropical Surface Waters (SSW) into the bay, as observed in March 2015 (L. Vásquez, personal communication). This phenomenon aligns with the findings of SÁNCHEZ (2009), who reported a similar impact of SSW influx in September 2005, leading to reduced *Acartia* density and the introduction of previously unobserved holoplanktonic species in the bay.

## 5. CONCLUSIONES

El interior de la bahía de Paracas se caracteriza por presentar mayores biovolúmenes de zooplancton que en las áreas costeras adyacentes o frente a la costa. Por otro lado, mayores biovolúmenes y abundancias fueron encontrados en la estación de otoño, y los menores en verano.

Los copépodos fueron el grupo que destacó por abundancia y frecuencia siendo *Acartia* sp. la especie dominante. Sin embargo, como lo observamos en el análisis comunitario, cuando la abundancia de esta especie disminuye otras especies como *Hemicyclops* sp., incrementan sus abundancias.

Al comparar las bahías Paracas, Ferrol, Miraflores y Samanco se observa que Paracas presenta biovolúmenes y abundancias mayores a Samanco y similares estadísticamente a los de Ferrol y Miraflores.

## 5. CONCLUSIONS

The inner Paracas Bay is characterized by higher zooplankton biovolumes compared to the adjacent coastal or offshore areas. Furthermore, significant variations in biovolumes and abundances were observed across seasons, with higher values during autumn and lower values during summer.

Copepods emerged as the dominant group in terms of abundance and frequency, with *Acartia* sp. as the dominant species. However, community analysis revealed that when the abundance of *Acartia* sp. decreased, other species such as *Hemicyclops* sp. exhibited increased abundances.

When comparing Paracas Bay with Ferrol, Miraflores, and Samanco, it was found that Paracas showed significantly higher biovolumes and abundances than Samanco, while displaying statistically similar values to those of Ferrol and Miraflores.

## 6. REFERENCIAS

- BOSCHI, E. E. (1981). Larvas de Crustacea Decapoda. En D. Boltovskoy (Ed.) *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental* (pp. 699-759). Instituto Nacional de Investigación y desarrollo Pesquero de Argentina.
- BOUILLON, J. (1999). Hydromedusae. En D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton* (pp. 385-465). Backhuys Publishers.
- BOWMAN, T. E. & GRUNER, H. E. (1973). The families and genera of Hyperiididae (Crustacea: Amphipoda). *Smithsonian Contributions to Zoology*, (146), 1-64. <https://doi.org/10.5479/si.00810282.146>
- BRADFORD-GRIEVE, J. M., MARKHASEVA, E. L., ROCHA, C. E. F. & ABIAHY, B. (1999). Copepoda. En D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton* (pp. 869-1098). Backhuys Publishers.
- 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. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/64>
- GUO, S., ZHONG, S. & ZHANG, A. (2013). Privacy-preserving Kruskal-Wallis test. *Computer methods and programs in biomedicine*, 112(1), 135-145. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.05.023>
- GURNEY, R. (1942). The larvae of decapod Crustacea. *Roy. Soc. Publ.*, (129), 1-306. <https://decapoda.nhm.org/pdfs/12852/12852.pdf>
- GUZMÁN, M., CHÁVEZ, J., MORÓN, O., SÁNCHEZ, S. & FLORES, G. (1997). Evaluación de la calidad del medio ambiente marino en la bahía de Pisco-Paracas, 22 a 24 de mayo de 1996. *Inf Prog Inst Mar Perú*, (54), 3-29. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1443>
- INRENA. (2002). Reserva Nacional de Paracas - Plan Maestro 2003-2007. <https://hdl.handle.net/1834/8240>
- JACINTO, M. E., MARTÍNEZ, C., SÁNCHEZ, S., FLORES, G. & PIZARRO, L. (1996). Evaluación de la varazón y contaminación en la Bahía Paracas-Pisco. *Inf Inst Mar Perú*, (29), 1-46. <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/929>
- 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), 1-38. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/3248>
- MOSER, H. G. (1996). *The early stages of fishes in the California Current region*. US Department of the Interior, Minerals Management Service, Pacific OCS Region.
- ONBE, T. (1999). Ctenopoda and Onychopoda (Cladocera). *South Atlantic Zooplankton*. En D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton* (pp. 797-813 ). Backhuys Publishers.
- PIELOU, E. C. (1984). *The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination*. A Wiley-Interscience Publication Jhon Wiley & Sons.
- PITCHER, G. C., AGUIRRE-VELARDE, A., BREITBURG, D., CARDICH, J., CARSTENSEN, J., CONLEY, D. J., DEWITTE, B., ENGEL, A., ESPINOZA-MORRIBERÓN, D., FLORES, G., GARÇON, V., GRACO, M., GRÉGOIRE, M., GUTIÉRREZ, D., HERNANDEZ-AYON, J. M., HUANG, H. H. M., ISENSEE, K., JACINTO, M. E., LEVIN, L., ... ZHU, Z. Y. (2021). System controls of coastal and open ocean oxygen depletion. *Progress in Oceanography*, 197, 1-79 <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102613>
- POHLE, G., MANTELATTO, F. L. M., NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. & FRANZOZO, A. (1999). Larval Decapoda

- (Brachyura). En D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton* (pp. 1281-1351). Backhuys Publishers.
- POHLERT, T. (2014). The pairwise multiple comparison of meanrankspackage(PMCMR). *Rpackage*, 27(2019), 1-27. [http://www.dpye.iimas.unam.mx/soriano/Estadistica2\\_2020\\_1/DOCUMENTOS/NOTAS/PMCMR.pdf](http://www.dpye.iimas.unam.mx/soriano/Estadistica2_2020_1/DOCUMENTOS/NOTAS/PMCMR.pdf)
- PUGH, P. R. (1999). Siphonophorae. En D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton* (pp. 467-511). Backhuys Publishers.
- SALZWEDEL, H., FLORES, L. A., DE FLORES, E. C., ZAFRA, A. & CARBAJAL, G. (1988). Macrozoobentos del sublitoral peruano, antes, durante y después de El Niño 1982-83. *Bol Inst Mar Perú*, vol. Extraordinario, 2-23. <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/1086>
- SÁNCHEZ, G., CÓRDOVA, J. & LEDESMA, J. (1997). Informe ambiental en la zona industrial pesquera de la bahía de Paracas, Pisco, Perú. 25 al 27 de abril de 1997. *Inf Prog Inst Mar Perú*, (67), 3-19. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/1317>
- SÁNCHEZ, P. (2009). Variación espacio-temporal de la comunidad zooplanctónica en Bahía Paracas, Costa Central del Perú. [Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias. Departamento Académico de Biología.
- SÁNCHEZ, S., BERNALES, A., DELGADO, E., CHANG, F., JACOBO, N. & QUISPE, J. (2017). Variability and Biogeographical Distribution of Harmful Algal Blooms in Bays of High Productivity Off Peruvian Coast (2012-2015). *J Environ Anal Toxicol*, 7: 6. DOI: 10.4172/2161-0525.1000530
- SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1979). Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. *Inf Inst Mar Perú*, (63), 1-61. <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/288>
- TAM, J., VERA, G. & PINTO, E. (2002). Evaluación de efluentes pesqueros y sus efectos sobre el metabolismo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la bahía Paracas (Pisco, Perú) durante el otoño de 1999. En J. Mendo & M. Wolff (Eds.), Bases ecológicas y Socioeconómicas para el Manejo de los Recursos Vivos de la Reserva Nacional de Paracas (pp. 24-29). Memorias I Jornada Científica. Universidad Nacional Agraria La Molina.

## ANEXOS / APPENDICES

Anexo 1.- Composición, abundancia (Ind/muestra) y frecuencia (%) del zooplancton por especie y estadio.  
Zona A (Interior de la Bahía.) Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

Appendix 1. Composition, abundance (Ind/simple) and frequency (%) of zooplankton by species and stage. Zone A  
(Inner Bay) Paracas Bay. Coastal edge 2013-2015

Grupo/ Group	Especie/ Specie	Estadio/ Stage	Frec.	Frec.	Abund.	Abund.	Abund.
			Absoluta Absolute freq.	Relativa Relative freq.	Mínima Minimum Abund.	Máxima Maximum abund.	Relativa Relative abund.
Appendicularia	<i>Fritillaria</i> sp.	adulto	0	0	0	0	0,00
		inmaduro	4	25,00	244	13573	0,04
	<i>Oikopleura</i> sp.	maduro	9	56,25	2745	1169180	4,78
Brachiopoda	<i>Discinisca lamellosa</i>	larva	3	18,75	85	4013	0,01
Briozoa	<i>Membranipora</i> sp.	larva	4	25,00	110	1975	0,00
Chaetognatha	<i>Sagitta enflata</i>	madura	1	6,25	129	129	0,00
		inmadura	1	6,25	170	170	0,00
Cirripedia	No determinado	cipris	15	93,75	117	20878	0,18
		nauplio	13	81,25	50	931446	4,44
Cladocera	<i>Pleopis polyphemoides</i>	adulto	12	75,00	714	520285	3,50
		inmaduro	1	6,25	151	151	0,00
Copepoda	<i>Acartia</i> sp.	copepodito	14	87,5	402	1987605	12,70
		adulto	14	87,5	2338	1403016	11,53
	<i>Calanus chilensis</i>	copepodito	5	31,25	63	2753	0,01
		adulto	2	12,5	204	806	0,00
	<i>Centropages brachiatus</i>	copepodito	14	87,5	126	53031	0,29
		adulto	12	75,00	244	167026	0,45
	<i>Eucalanus inermis</i>	copepodito	1	6,25	596	596	0,00
	<i>Paracalanus parvus</i>	copepodito	13	81,25	5867	535104	3,40
		adulto	15	93,75	117	1052262	6,69
	<i>Subeucalanus mucronatus</i>	adulto	1	6,25	50	50	0,00
	Calanoida	nauplio	2	12,5	189	204	0,00
	<i>Oithona nana</i>	copepodito	7	43,75	6854	491055	1,89
		adulto	13	81,25	0	880782	33,27
	<i>Oithona</i> sp.	copepodito	7	43,75	946	8164	0,05
		adulto	8	50,00	110	21113	0,09
	<i>Oncaea conifera</i>	adulto	1	6,25	50	50	0,00
		adulto	2	12,5	306	554	0,00
	<i>Hemicyclops</i> sp.	copepodito	8	50,00	1705	965742	5,27
		adulto	13	81,25	149	659091	1,85
	<i>Oncaea</i> sp.	copepodito	1	6,25	3758	3758	0,01
		adulto	9	56,25	58	137577	0,44
	<i>Oncaea venusta</i>	adulto	5	31,25	146	39669	0,10
	<i>Clytemmestra rostrata</i>	copepodito	2	12,5	76	403	0,00
		adulto	2	12,5	85	1535	0,00
	<i>Euterpina acutifrons</i>	copepodito	1	6,25	252	252	0,00
		adulto	3	18,75	170	4384	0,01
	<i>Microsetella rosea</i>	adulto	4	25,00	79	3341	0,01
	Harpaticoida	adulto	16	100	0	14030	0,04
	<i>Caligus rapax</i>	adulto	2	12,5	85	102	0,00
	Copepoda	nauplio	11	68,75	516	1258330	4,45
Ctenophora	<i>Hormiphora plumosa</i>		1	6,25	13475	13475	0,03

## Anexo 1: continuación / appendix 1: continuation

Grupo/ Group	Especie/ Specie	Estadio/ Stage	Frec.	Frec.	Abund.	Abund.	Abund.	
			Absoluta Absolute freq.	Relativa Relative freq.	Mínima Minimum Abund.	Máxima Maximum abund.	Relativa Relative abund.	
Decapoda	Bellidae	zoea	13	81,25	73	4384	0,03	
		megalopa	2	12,50	37	76	0,00	
	<i>Callinassa</i> sp.	zoea	2	12,50	50	202	0,00	
	Decapoda	zoea	1	6,25	510	510	0,00	
	Paguridae	zoea	2	12,50	548	1218	0,00	
	Pinnotheridae	zoea	12	75,00	63	4384	0,03	
	Porcellanidae	zoea	1	6,25	63	63	0,00	
	Xanthidae	zoea	8	50,00	99	2740	0,02	
Echinodermata	No determinado	larva	5	31,25	126	23157	0,10	
	Ophiuroidea	larva	2	12,50	297	8532	0,02	
Euphausiacea	No determinado	nauplio	2	12,50	170	237	0,00	
		caliopsis	3	18,75	79	153	0,00	
		furcilia	1	6,25	101	101	0,00	
Foraminifera	No determinado	larva	2	12,50	1169	4270	0,01	
Gasteropoda	No determinado	larva	14	87,50	63	368292	1,78	
	Naticidae	larva	1	6,25	110	110	0,00	
Nematoda	No determinado	adulto	1	6,25	329	329	0,00	
		inmaduro	1	6,25	101	101	0,00	
Pelecipoda	No determinado	larva	12	75,00	306	46280	0,33	
Phoronida	No determinado	actinotroca	4	25,00	2133	52102	0,17	
Platyhelminthes	No determinado	larva	3	18,75	63	835	0,00	
Polychaeta	Magelonidae	larva	2	12,50	585	18182	0,04	
	Polychaeta	larva	14	87,50	37	70151	0,50	
	<i>Pelagobia longicirrata</i>		16	100	0	545	0,00	
	<i>Harmothoe</i> sp.	larva	1	6,25	50	50	0,00	
	Polynoidae	larva	2	12,50	129	418	0,00	
	Spionidae	larva	7	43,75	516	378488	0,96	
	Siphonophorae	<i>Muggiaea atlantica</i>	N.superior	4	25,00	102	7322	0,03
	Stomatopoda	Gonodactylidae	protozoea	1	6,25	743	743	0,00
Squillidae		protozoea	3	18,75	122	183	0,00	
Thaliacea	<i>Doliolletta gegenbauri</i>		1	6,25	596	596	0,00	
	<i>Doliolum</i> sp.		1	6,25	1958	1958	0,00	
	<i>Doliolletta gegenbauri</i>		1	6,25	1027	1027	0,00	
Hidroidomedusae	Anthomedusae	inmaduro	2	12,50	50	487	0,00	
	<i>Bougainvillia macloviana</i>	larva	1	6,25	37	37		
	Capitata		1	6,25	341	341	0,00	
	<i>Cytaeis</i> sp.	inmadura	1	6,25	37	37	0,00	
	<i>Ectopleura demartieri</i>		1	6,25	596	596	0,00	
	<i>Halitholus</i> sp.		1	6,25	79	79	0,00	
	<i>Phialidium</i> sp.		1	6,25	1580	1580	0,00	
	Rhopalonematidae		1	6,25	237	237	0,00	
	<i>Solmundella bitentaculata</i>		3	18,75	237	1022	0,00	
	No determinado		1	6,25	255	255	0,00	
Ictioplancton	<i>Odontesthes regia</i>	larva	1	6,25	76	76	0,00	
	<i>Anchoa nasus</i>	huevo	6	37,50	153	31310	0,08	
		larva	2	12,50	297	632	0,00	
	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	10	62,50	686	44852	0,23	
		larva	6	37,50	122	3065	0,01	
	Engraulidae	huevo	1	6,25	37	37	0,00	
	Sciaenidae	larva	3	18,75	202	609	0,00	
	No determinados	huevo	13	81,25	63	17099	0,09	
larva		5	31,25	76	731	0,00		

Anexo 2.- Composición, abundancia (Ind/muestra) y frecuencia (%) del zooplancton por especie y estadio. Zona B (Sur Costera). Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

Appendix 2. Composition, abundance (Ind/simple) and frequency (%) of zooplankton by species and stage. Zone B (Coastal south): Paracas Bay. Coastal edge 2013-2015

Grupo/ Group	Especie/ Specie	Estadio/ Stage	Frec. Absoluta Absolute freq.	Frec. Relativa Relative freq.	Abund. Mínima Minimum Abund.	Abund. Máxima Maximum abund.	Abund. Relativa Relative abund.
Appendicularia	<i>Oikopleura</i> sp.	inmaduro	5	20,83	113	6280	0,02
		maduro	17	70,83	62	78691	0,55
Amphipoda	<i>Ampelisca</i> sp	maduro	1	4,17	42	42	0,00
		Hyperidae	1	4,17	31	31	0,00
		<i>Lycaea</i> sp.	1	4,17	28	28	0,00
		<i>Vibilia</i> sp.	1	4,17	23	23	0,00
Brachiopoda	<i>Discinisca lamellosa</i>	larva	12	50,00	58	4978	0,03
Briozoa	<i>Membranipora</i> sp.	larva	3	12,50	55	210	0,00
Chaetognatha	<i>Sagitta</i> sp.	inmadura	1	4,17	206	206	0,00
Cirripedia	No determinado	cipris	18	75,00	165	16972	0,12
		nauplio	22	91,67	206	62831	0,50
Cladocera	<i>Pleopsis polyphemoides</i>	adulto	17	70,83	82	374137	3,44
		inmaduro	1	4,17	103	103	0,00
Copepoda	<i>Acartia</i> sp.	copepodito	22	91,67	413	1993656	15,93
		adulto	22	91,67	433	1536726	13,75
	<i>Calanus chilensis</i>	copepodito	4	16,67	58	4740	0,01
		adulto	2	8,33	28	652	0,00
	<i>Centropages brachiatus</i>	copepodito	18	75,00	36	405465	2,16
		adulto	13	54,17	59	140302	0,70
	<i>Clausocalanus jobei</i>	adulto	1	4,17	85	85	0,00
	<i>Eucalanus inermis</i>	copepodito	7	29,17	30	141	0,00
		adulto	2	8,33	0	30	0,00
	<i>Euchaeta</i> sp.	copepodito	1	4,17	41	41	0,00
	<i>Scolecithricella bradyi</i>	copepodito	2	8,33	57	106	0,00
	<i>Paracalanus parvus</i>	adulto	1	4,17	57	57	0,00
		copepodito	21	87,50	217	447085	3,65
	Calanoida	adulto	22	91,67	180	292686	2,42
		nauplio	2	8,33	72	329	0,00
	<i>Oithona nana</i>	adulto	1	4,17	60	60	0,00
		copepodito	8	33,33	918	787847	4,36
	<i>Oithona</i> sp.	adulto	17	70,83	41	1071394	37,35
		copepodito	14	58,33	460	92639	0,48
	Cyclopoida	adulto	15	62,50	59	135602	0,79
		copepodito	3	12,50	111	505	0,00
	<i>Corycaeus dubius</i>	copepodito	1	4,17	533	533	0,00
		adulto	4	16,67	38	124	0,00
	<i>Hemicyclops</i> sp.	copepodito	6	25,00	83	690310	2,95
		adulto	19	79,17	82	113130	0,68
	<i>Oncaea</i> sp.	copepodito	1	4,17	288	288	0,00
		adulto	14	58,33	41	495419	2,08
	<i>Oncaea venusta</i>	copepodito	1	4,17	41	41	0,00
		adulto	7	29,17	92	7920	0,03
	<i>Clytemnestra rostrata</i>	copepodito	1	4,17	619	619	0,00
		adulto	1	4,17	206	206	0,00
		adulto	7	29,17	0	126	0,00
	<i>Microsetella rosea</i>	adulto	3	12,50	114	226	0,00
	Harpaticoida	adulto	24	100	0	4270	0,02
	Copepoda	nauplio	20	83,33	541	1075318	3,40
Ctenophora	<i>Hormiphora plumosa</i>		2	8,33	29	85	0,00



## Anexo 2: Continuación /Appendix 2: Continuation

Grupo/ Group	Especie/ Specie	Estadio/ Stage	Frec. Absoluta Absolute freq.	Frec. Relativa Relative freq.	Abund. Mínima Minimum Abund.	Abund. Máxima Maximum abund.	Abund. Relativa Relative abund.
Decapoda	Bellidae	zoa	10	41,67	46	2962	0,01
	Brachyura	zoa	10	41,67	20	4731	0,01
		megalopa	1	4,17	28	28	0,00
	Caridea	mysis	2	8,33	39	58	0,00
	Grapsidae	zoa	1	4,17	53	53	0,00
	<i>Emerita analoga</i>	zoa	2	8,33	28	57	0,00
	Nephropidae	zoa	1	4,17	36	36	0,00
	Paguridae	zoa	4	16,67	40	585	0,00
	Pinnotheridae	zoa	11	45,83	31	5077	0,02
	Porcellanidae	zoa	4	16,67	20	42	0,00
		zoa	6	25,00	20	49382	0,11
		megalopa	1	4,17	53	53	0,00
Echinodermata	No determinado	larva	11	45,83	60	28060	0,08
	Ophiuroidea	larva	4	16,67	58	69144	0,19
Euphausiacea	No determinado	nauplio	3	12,50	217	6461	0,02
		caliopsis	4	16,67	57	10428	0,02
		furcilia	2	8,33	118	124	0,00
Foraminifera	No determinado	larva	2	8,33	82	20026	0,04
Gasteropoda	No determinado	larva	18	75,00	20	94150	0,37
Isopoda	No determinados	adulto	1	4,17	103	103	0,00
Mysidacea	No determinado		2	8,33	39	169	0,00
Nematoda	No determinado	adulto	1	4,17	61	61	0,00
Ostracoda	<i>Conchoecetta giesbreschti</i>	adulto	2	8,33	20	30	0,00
Pelecipoda	No determinado	larva	18	75,00	40	662901	2,72
Phoronida	No determinado	actinotroca	4	16,67	0	533	0,00
Platyhelminthes	No determinado	larva	4	16,67	46	288	0,00
Polychaeta	Magelonidae	larva	10	41,67	30	8805	0,05
	Polychaeta	larva	21	87,50	213	21952	0,17
	<i>Pelagobia longicirrata</i>		24	100	0	2420	0,01
	Spionidae	larva	7	29,17	36	5983	0,02
	Siphonophorae	<i>Muggiaea atlantica</i>	N.superior	3	12,50	183	2350
Stomatopoda	Squillidae	protozoa	1	4,17	58	58	0,00
	No determinado	protozoa	1	4,17	79	79	0,00
Thaliacea	<i>Doliolum</i> sp.		2	8,33	38	69	0,00
	<i>Dolioletta gegenbauri</i>		2	8,33	57	1846	0,00
	<i>Cyclosalpa backeri</i>		3	12,50	0	46	0,00
Hidroidomedusae	Anthomedusae	inmaduro	5	20,83	36	115	0,00
	<i>Ectopleura demartieri</i>		1	4,17	113	113	0,00
	Leptomedusae		1	4,17	39	39	0,00
	<i>Obelia</i> sp.		1	4,17	305	305	0,00
	<i>Phialidium</i> sp.		2	8,33	84	141	0,00
	<i>Solmundella bitentaculata</i>		1	4,17	30	30	0,00
	No determinado		1	4,17	20	20	0,00
Ictioplancton	<i>Atherinella nepenthe</i>	larva	1	4,17	166	166	0,00
	<i>Atherinella</i> sp.	larva	1	4,17	351	351	0,00
	Atherinidae	larva	1	4,17	635	635	0,00
	<i>Hypsoblennius</i> sp.	larva	1	4,17	404	404	0,00
	<i>Ophioblennius</i> sp.	larva	1	4,17	59	59	0,00
	Carangidae	larva	1	4,17	38	38	0,00
	<i>Anchoa nasus</i>	huevo	5	20,83	58	238652	0,63
	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	16	66,67	39	8653	0,08
		larva	8	33,33	28	648	0,00
	No determinados	huevo	11	45,83	53	666	0,01
	larva	4	16,67	42	1286	0,00	

Anexo 3.- Composición, abundancia (Ind/muestra) y frecuencia (%) del zooplancton por especie y estadio.  
Zona C ( Norte Costera). Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

Appendix 3. Composition, abundance (Ind/sample) and frequency (%) of zooplankton by species and stage. Zone C  
(Coastal North). Paracas Bay. Coastal edge 2013-2015

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa
Appendicularia	<i>Fritillaria</i> sp.	adulto	3	23,08	160	571	0,00
	<i>Oikopleura</i> sp.	inmaduro	4	30,77	178	4127	0,02
		maduro	9	69,23	516	74458	0,31
Amphipoda	Hyperidae	inmaduro	1	7,69	25	25	0,00
	<i>Disciniscia lamellosa</i>	larva	5	38,46	59	1425	0,01
Brachiopoda	<i>Membranipora</i> sp.	larva	5	38,46	38	278	0,00
Briozoa	<i>Sagitta pacifica</i>	inmadura	1	7,69	27	27	0,00
Chaetognatha	<i>Sagitta</i> sp.	inmadura	1	7,69	42	42	0,00
	No determinado	cipris	9	69,23	57	3957	0,03
		nauplio	8	61,54	658	40317	0,27
Cirripedia	<i>Pleopis polyphemoides</i>	adulto	11	84,62	86	152665	1,91
	<i>Acartia</i> sp.	copepodito	12	92,31	1123	1896053	11,27
Cladocera		adulto	13	100	241	2625304	17,14
Copepoda	<i>Calanus chilensis</i>	copepodito	1	7,69	40	40	0,00
		adulto	1	7,69	27	27	0,00
	<i>Centropages brachiatus</i>	copepodito	12	92,31	86	140302	0,58
		adulto	11	84,62	25	6684	0,04
	<i>Eucalanus inermis</i>	copepodito	4	30,77	34	414	0,00
		adulto	1	7,69	21	21	0,00
		adulto	1	7,69	40	40	0,00
	<i>Scolecithricella bradyi</i>	copepodito	1	7,69	147	147	0,00
	<i>Paracalanus parvus</i>	copepodito	11	84,62	860	299563	2,30
		adulto	12	92,31	1633	252164	3,29
	<i>Subeucalanus mucronatus</i>	adulto	1	7,69	13	13	0,00
	Calanoida	nauplio	3	23,08	59	670	0,00
	<i>Oithona nana</i>	copepodito	5	38,46	4300	2143364	6,88
		adulto	13	100	321	10628041	52,97
	<i>Oithona plumifera</i>	copepodito	1	7,69	150	150	0,00
		adulto	2	15,38	50	77	0,00
	<i>Oithona</i> sp.	copepodito	8	61,54	749	28614	0,14
		adulto	5	38,46	269	112980	0,39
	Cyclopoida	adulto	2	15,38	219	557	0,00
	<i>Corycaeus dubius</i>	copepodito	1	7,69	29	29	0,00
		adulto	2	15,38	38	40	0,00
	<i>Hemicyclops</i> sp.	copepodito	6	46,15	172	35733	0,13
		adulto	9	69,23	321	164949	0,62
	<i>Oncaea</i> sp.	copepodito	1	7,69	230	230	0,00
		adulto	7	53,85	77	21815	0,16
	<i>Oncaea venusta</i>	copepodito	0	0,00	0	0	0,00
		adulto	4	30,77	302	7593	0,03
	<i>Euterpina acutifrons</i>	adulto	4	30,77	29	369	0,00
	<i>Microsetella rosea</i>	adulto	3	23,08	30	53	0,00
	Harpaticoida	adulto	13	100	0	802	0,00
	Copepoda	nauplio	9	69,23	1007	56121	0,41
Ctenophora	<i>Hormiphora plumosa</i>		1	7,69	53	53	0,00

## Anexo 3: Continuación /Appendix 3: Continuation

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa
Decapoda	Bellidae	zoea	2	15,38	17	143	0,00
	Brachyura	zoea	6	46,15	21	115	0,00
	<i>Callianassa</i> sp.	zoea	1	7,69	27	27	0,00
	Galatheidae	zoea	1	7,69	13	13	0,00
	<i>Emerita analoga</i>	zoea	4	30,77	25	302	0,00
	Nephropidae	zoea	1	7,69	21	21	0,00
	Paguridae	zoea	3	23,08	25	53	0,00
	Pinnotheridae	zoea	4	30,77	50	139	0,00
	Porcellanidae	zoea	1	7,69	29	29	0,00
	Xanthidae	zoea	2	15,38	38	293	0,00
	<i>Blepharipoda</i> sp.	zoea	1	7,69	40	40	0,00
	Echinodermata	No determinado	larva	5	38,46	101	9207
Ophiuroidea		larva	1	7,69	2861	2861	0,01
Euphausiacea	No determinado	nauplio	1	7,69	40	40	0,00
		caliopsis	2	15,38	67	630	0,00
		furcilia	1	7,69	13	13	0,00
Foraminifera	No determinado	larva	1	7,69	287	287	0,00
Gasteropoda	No determinado	larva	8	61,54	25	12767	0,06
Isopoda	No determinados	adulto	1	7,69	50	50	0,00
Nematoda	No determinado	adulto	1	7,69	50	50	0,00
Ostracoda	<i>Conchoecetta giesbreschti</i>	adulto	1	7,69	13	13	0,00
Pelecypoda	No determinado	larva	10	76,92	2227	158762	0,78
Phoronida	No determinado	actinotroca	1	7,69	802	802	0,00
Platyhelminthes	No determinado	larva	1	7,69	89	89	0,00
Polychaeta	Alciopidae	larva	1	7,69	13	13	0,00
	Magelonidae	larva	7	53,85	172	802	0,01
	Polychaeta	larva	8	61,54	86	2639	0,02
	<i>Pelagobia longicirrata</i>		13	100	0	2807	0,01
	Spionidae	larva	3	23,08	17	835	0,00
	Siphonophorae	<i>Muggiæa atlantica</i>	N.superior	1	7,69	3663	3663
Thaliacea	<i>Doliolum</i> sp.		1	7,69	855	855	0,00
	<i>Dolioletta gegenbauri</i>		1	7,69	40	40	0,00
	<i>Cyclosalpa backeri</i>		2	15,38	138	401	0,00
Hidroidomedusae	<i>Aglaura</i> sp.		1	7,69	17	17	0,00
	<i>Amphogona apicata</i>		1	7,69	27	27	0,00
	Anthomedusae	inmaduro	1	7,69	17	17	0,00
	Leptomedusae		1	7,69	17	17	0,00
	<i>Phialidium</i> sp.		1	7,69	361	361	0,00
	<i>Solmundella bitentaculata</i>		1	7,69	13	13	0,00
Insecta	No determinados	adulto	1	7,69	223	223	0,00
Ictioplancton	Atherinidae	larva	1	7,69	92	92	0,00
	<i>Hypsoblennius</i> sp.	larva	1	7,69	77	77	0,00
	<i>Anchoa nasus</i>	huevo	3	23,08	21	1846	0,01
	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	9	69,23	38	11948	0,09
		larva	6	46,15	21	269	0,00
	No determinados	huevo	7	53,85	17	731	0,00
	larva	2	15,38	34	86	0,00	

Anexo 4.- Composición, abundancia (Ind/muestra) y frecuencia (%) del zooplancton por especie y estadio. Zona D (Norte fuera de la Costa). Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

Appendix 4. Composition, abundance (Ind/simple) and frequency (%) of zooplankton by species and stage. Zone D (Offshore North Area). Paracas Bay. Coastal edge 2013-2015

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa
Appendicularia	<i>Fritillaria</i> sp.	adulto	6	100	41	15511	0,11
		maduro	6	100	864	36456	0,35
Brachiopoda	<i>Discinisca lamellosa</i>	larva	5	83,33	28	279	0,00
Briozoa	<i>Membranipora</i> sp.	larva	3	50,00	55	70	0,00
Chaetognatha	<i>Sagitta enflata</i>	madura	1	16,67	164	164	0,00
		<i>Sagitta</i> sp.	inmadura	1	16,67	35	35
Cirripedia	No determinado	cipris	4	66,67	12	438	0,00
		nauplio	5	83,33	55	48229	0,27
Cladocera	<i>Pleopis polyphemoides</i>	adulto	6	100	365	3617	0,06
Copepoda	<i>Acartia</i> sp.	copepodito	6	100	61	40497	0,33
		adulto	6	100	8278	188530	2,49
	<i>Calanus chilensis</i>	copepodito	1	16,67	121	121	0,00
		adulto	3	50,00	12	55	0,00
	<i>Centropages brachiatus</i>	copepodito	6	100	109	9646	0,08
		adulto	6	100	292	19609	0,17
	<i>Eucalanus inermis</i>	copepodito	6	100	362	2192	0,03
		adulto	3	50,00	41	144	0,00
	<i>Haloptylus</i> sp.	copepodito	1	16,67	17	17	0,00
	<i>Paracalanus parvus</i>	copepodito	6	100,00	1340	298490	2,37
		adulto	6	100,00	9235	250789	3,30
	<i>Subeucalanus mucronatus</i>	copepodito	1	16,67	17	17	0,00
		adulto	1	16,67	14	14	0,00
		adulto	6	100,00	239	64841	88,77
		adulto	1	16,67	210	210	0,00
	<i>Oithona</i> sp.	copepodito	6	100,00	472	22351	0,17
		adulto	3	50,00	5643	35075	0,27
		adulto	2	33,33	17	55	0,00
		<i>Hemicyclops</i> sp.	copepodito	3	50,00	109	767
		adulto	5	83,33	12	221	0,00
		<i>Oncaea</i> sp.	adulto	6	100,00	4881	42482
	<i>Oncaea venusta</i>	adulto	3	50,00	311	2850	0,02
	<i>Clytemnestra rostrata</i>	adulto	4	66,67	12	55	0,00
	<i>Euterpina acutifrons</i>	copepodito	1	16,67	12	12	0,00
		adulto	1	16,67	55	55	0,00
	<i>Microsetella rosea</i>	adulto	2	33,33	17	28	0,00
	Harpticoidea	adulto	6	100	0	55	0,00
	Copepoda	nauplio	6	100	438	18586	0,13
Ctenophora	No determinado	larva	1	16,67	274	274	0,00

## Anexo 4: Continuación/ Appendix 4: Continuation

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa
Decapoda	Bellidae	zoea	5	83,33	14	140	0,00
	Brachyura	zoea	4	66,67	17	83	0,00
	<i>Callinassa</i> sp.	zoea	2	33,33	12	86	0,00
	Caridea	mysis	1	16,67	17	17	0,00
	Galatheidae	zoea	1	16,67	24	24	0,00
	<i>Pleuroncodes monodon</i>	zoea	1	16,67	173	173	0,00
	Paguridae	zoea	1	16,67	329	329	0,00
	Pinnotheridae	zoea	4	66,67	17	17867	0,09
	Xanthidae	zoea	5	83,33	12	603	0,00
Echinodermata	No determinado	larva	6	100	41	856	0,01
	Ophiuroidea	larva	2	33,33	24	35	0,00
Gasteropoda	No determinado	larva	2	33,33	104	986	0,01
Ostracoda	<i>Conchoecetta giesbreschti</i>	adulto	4	66,67	28	52	0,00
Pelecipoda	No determinado	larva	3	50,00	12	194	0,00
Phoronida	No determinado	actinotroca	2	33,33	12	219	0,00
Platyhelminthes	No determinado	larva	1	16,67	55	55	0,00
Polychaeta	Magelonidae	larva	1	16,67	122	122	0,00
	Polychaeta	larva	6	100	41	1520	0,01
	<i>Pelagobia longicirrata</i>		6	100	111	5042	0,04
	Sillidae	larva	1	16,67	164	164	0,00
	Spionidae	larva	6	100,00	14	262	0,00
Siphonophorae	<i>Muggiaea atlantica</i>	N.superior	6	100,00	12	132	0,00
Stomatopoda	No determinado	protozoa	3	50,00	14	35	0,00
Hidroidomedusae	<i>Aglaura</i> sp.		1	16,67	52	52	0,00
	Anthomedusae	inmaduro	1	16,67	164	164	0,00
	<i>Bougainvillia</i> sp.	larva	1	16,67	12	12	0,00
	Leptomedusae		2	33,33	12	86	0,00
	<i>Solmundella bitentaculata</i>		4	66,67	24	274	0,00
	Trachymedusae		2	33,33	12	110	0,00
Ictioplancton	<i>Odontesthes regia regia</i>	larva	1	16,67	14	14	0,00
	<i>Hypsoblennius</i> sp.	larva	1	16,67	24	24	0,00
	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	6	100,00	924	46123	0,37
		larva	6	100,00	52	822	0,01
	No determinados	huevo	3	50,00	35	535	0,00
	larva	2	33,33	96	438	0,00	

100

## Anexo 5.- Composición, abundancia (Ind/muestra) y frecuencia (%) del zooplancton por especie y estadio. Zona E (Sur fuera de la Costa). Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

Appendix 5. Composition, abundance (Ind/simple) and frequency (%) of zooplankton by species and stage. Zon E (Offshore South Area). Paracas Bay. Coastal edge 2013-2015

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa
Appendicularia	<i>Fritillaria</i> sp.	madura	8	88,89	62	3022	0,03
	<i>Oikopleura</i> sp.	madura	9	100	220	26016	0,28
Brachiopoda	<i>Discinisca lamellosa</i>	larva	7	77,78	17	682	0,01
Briozoa	<i>Membranipora</i> sp.	larva	5	55,56	11	44	0,00
Chaetognatha	<i>Sagitta enflata</i>	madura	2	22,22	11	19	0,00
	<i>Sagitta pacifica</i>	inmadura	0	0,00	0	0	0,00
		madura	2	22,22	46	50	0,00
Cirripedia	No determinado	inmadura	1	11,11	19	19	0,00
		cipris	4	44,44	34	765	0,01
Cladocera	<i>Pleopis polyphemoides</i>	nauplio	9	100	38	1098	0,02
		adulto	8	88,89	73	2323	0,02
Copepoda	<i>Acartia</i> sp.	coepodito	9	100	219	14873	0,15
		adulto	9	100	4034	94773	1,44
	<i>Calanus chilensis</i>	coepodito	2	22,22	19	31	0,00
		adulto	9	100	124	1161	0,03
	<i>Centropages brachiatus</i>	coepodito	9	100	150	7778	0,13
		adulto	9	100	458	1688	0,03
	<i>Eucalanus inermis</i>	coepodito	8	88,89	16	357	0,00
		adulto	3	33,33	38	126	0,00
	<i>Paracalanus pygmaeus</i>	coepodito	1	11,11	46	46	0,00
		adulto	1	11,11	16	16	0,00
	<i>Scolecithricella bradyi</i>	coepodito	9	100	110	289753	2,59
		adulto	9	100	870	276887	2,95
	<i>Paracalanus parvus</i>	coepodito	0	0,00	0	0	0,00
		adulto	7	77,78	108	31100	89,35
	<i>Oithona nana</i>	coepodito	8	88,89	155	10659	0,08
		adulto	4	44,44	1864	56021	0,37
	<i>Oithona</i> sp.	coepodito	8	88,89	34	7122	0,05
		adulto	8	88,89	23	2795	0,03
	<i>Hemicyclops</i> sp.	coepodito	7	77,78	1866	19673	0,27
		adulto	5	55,56	147	2169	0,02
	<i>Oncaea</i> sp.	coepodito	4	44,44	11	62	0,00
		adulto	4	44,44	11	62	0,00
	<i>Oncaea venusta</i>	coepodito	1	11,11	29	29	0,00
		adulto	5	55,56	15	83	0,00
	<i>Clytemnestra rostrata</i>	coepodito	5	55,56	15	83	0,00
		adulto	9	100	0	116	0,00
	<i>Euterpina acutifrons</i>	coepodito	1	11,11	29	29	0,00
		adulto	5	55,56	15	83	0,00
	<i>Microsetella rosea</i>	coepodito	9	100	0	116	0,00
		adulto	9	100	133	5691	0,08
		nauplio	9	100	133	5691	0,08



## Anexo 5: Continuación/ Appendix 5: Continuation

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund mínima	Abund. máxima	Abund. relativa
Decapoda	Bellidae	zoea	3	33,33	17	23	0,00
	Brachyura	zoea	1	11,11	31	31	0,00
		megalopa	1	11,11	31	31	0,00
	<i>Callinassa</i> sp.	zoea	3	33,33	15	46	0,00
	Caridea	mysis	1	11,11	19	19	0,00
	Galatheididae	zoea	1	11,11	217	217	0,00
	Paguridae	zoea	1	11,11	15	15	0,00
	Pinnotheridae	zoea	6	66,67	15	147	0,00
	Porcellanidae	zoea	2	22,22	15	16	0,00
	Xanthidae	zoea	4	44,44	15	477	0,00
Echinodermata	No determinado	larva	5	55,56	17	404	0,01
	Ophiuroidea	larva	3	33,33	11	76	0,00
Euphausiacea		furcilia	1	11,11	11	11	0,00
Ostracoda	<i>Conchoecetta giesbreschti</i>	adulto	1	11,11	46	46	0,00
	No determinado	adulto	1	11,11	19	19	0,00
Pelecipoda	No determinado	larva	5	55,56	19	38	0,00
Phoronida	No determinado	actinotroca	1	11,11	31	31	0,00
Polychaeta	Magelonidae	larva	7	77,78	19	174	0,00
	Polychaeta	larva	8	88,89	150	1586	0,03
	<i>Pelagobia longicirrata</i>		9	100	0	2944	0,04
	Spionidae	larva	6	66,67	31	465	0,01
Siphonophorae	<i>Muggiaea atlantica</i>	N.superior	4	44,44	15	116	0,00
Stomatopoda	No determinado	protozoa	2	22,22	19	108	0,00
Hidroidomedusae	Leptomedusae		3	33,33	11	153	0,00
	<i>Solmundella bitentaculata</i>		3	33,33	23	367	0,00
	Trachymedusae		2	22,22	15	37	0,00
Ictioplancton	<i>Engraulis ringens</i>	huevo	9	100	2285	121829	1,92
		larva	6	66,67	29	94	0,00
	<i>Normanichthys crockeri</i>	larva	1	11,11	37	37	0,00
	No determinados	huevo	6	66,67	69	466	0,01
		larva	1	11,11	15	15	0,00

100

## Anexo 6.- Abundancia máxima en el periodo de muestreo por especie. Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

## Anexo 6. Maximum abundance in the sampling period by species. Paracas Bay. Coastal edge (2013-2015)

ESPECIES	Abr 2013	Oct 2013	Nov 2014	Mar 2015	Jul 2015
<i>Acartia</i> sp.	1987605	1536726	1403016	2625304	45450
<i>Aglaura</i> sp.		52			
<i>Ampelisca</i> sp.			42		
<i>Amphogona apicata</i>			27		
<i>Anchoa nasus</i>			238652	859	816
<i>Atherinella nepenthe</i>	166				
<i>Atherinella</i> sp.	351				
Bellidae					3059
<i>Blepharipoda</i> sp.			40		
<i>Bougainvillia macloviana</i>					37
<i>Bougainvillia</i> sp.		12			
Brachyura					37
<i>Calanus chilensis</i>		121	79		4740
<i>Caligus rapax</i>			85		102
<i>Callianassa</i> sp.		86	50		202
<i>Capitata</i>			341		
<i>Centropages brachiatus</i>	24553	19609	405465	795	7610
<i>Clausocalanus jobei</i>			85		
<i>Clytemnestra rostrata</i>		62	85		1535
<i>Conchoecetta giesbreschti</i>		52	13		
<i>Corycaeus dubius</i>					533
<i>Corycaeus dubius</i>		55	85		533
<i>Cyclosalpa backeri</i>			401		
<i>Cytaeis</i> sp.					37
<i>Discinisca lamellosa</i>	4978	682	4013	432	
<i>Dolioletta gegenbauri</i>			1846		
<i>Doliolum</i> sp.			1958		
<i>Ectopleura demartieri</i>			596		
<i>Emerita analoga</i>	57	302	80	25	
<i>Engraulis ringens</i>	11948	121829	18985	9717	44852
<i>Eucalanus inermis</i>		2192	596	84	
<i>Euchaeta</i> sp.					41
<i>Euterpina acutifrons</i>	4384	55	369		252
<i>Fritillaria</i> sp.		15511			
Gonodactylidae			743		
<i>Halitholus</i> sp.			79		
<i>Haloptylus</i> sp.		17	40		
<i>Harmothoe</i> sp.					50
Harpaticoida		478			1135
<i>Hemicyclops</i> sp.	35733	7122	16067	164949	965742
<i>Hormiphora plumosa</i>			13475		
<i>Hypsoblennius</i> sp.		77	404		
Lycaea sp.			28		
<i>Membranipora</i> sp.	278	70	1975		124
<i>Microsetella rosea</i>	1461	83	3341	30	
<i>Muggiaea atlantica</i>		132	7322		102
Naticidae					110
No determinado	1248684	662901	701508	1075318	662804
<i>Normanichthys crockeri</i>		37			
<i>Obelia</i> sp.			305		
<i>Odontesthes regia</i>		14			76
<i>Oikopleura</i> sp.	7307	74458	1169180	8217	678668
<i>Oithona nana</i>	1023266	506786	574568	10628041	6854

## Anexo 6: Continuación / Appendix 6: Continuation

<i>Oithona plumifera</i>		210			
<i>Oithona</i> sp.	418	56021	135602	98310	15165
<i>Oncaea conifera</i>			50		
<i>Oncaea</i> sp.		338984	495419	2347	41214
<i>Oncaea venusta</i>		2850	39669	1126	928
					59
<i>Ophioblennius</i> sp.					59
<i>Paracalanus parvus</i>	139425	298490	1052262	299563	848335
<i>Paracalanus pygmaeus</i>		126			
<i>Pelagobia longicirrata</i>		5042	2807		
<i>Phialidium</i> sp.			1580		
Pinnotheridae					3679
<i>Pleopis polyphemoides</i>	520285	374137	291583	89	18169
<i>Pleuroncodes monodon</i>		173			
Porcellanidae					63
<i>Sagitta enflata</i>		19		129	
<i>Sagitta pacifica</i>		164	170		
<i>Sagitta</i> sp.		35		42	206
<i>Scolecithricella bradyi</i>		106	147		
<i>Solmundella bitentaculata</i>		367	743		
Spionidae					378488
Squillidae			58		
<i>Subeucalanus mucronatus</i>		17	13		50
<i>Vibilia</i> sp.			23		
Xanthidae					189

## Anexo 7.- Abundancia promedio por grupo. Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

## Appendix 7.- Average abundance per group. Paracas Bay. Coastal edge (2013-2015)

ESPECIES	Abr 2013	Oct 2013	Nov 2014	Mar 2015	Jul 2015
Amphipoda			42	31	
Appendicularia	7307	74458	1169180	8217	678668
Brachiopoda	4978	682	4013	432	
Briozoa	278	70	1975		124
Chaetognatha		164	170	129	206
Cirripedia	931446	48229	131454	3088	662804
Cladocera	520285	374137	291583	89	18169
Copepoda	1987605	1536726	1403016	10628041	965742
Ctenophora		274	13475		
Decapoda	4384	17867	49382	272	3679
Echinodermata	9207	856	69144		1754
Euphausiacea	57	11	6461	217	10428
Foraminifera					20026
Gasteropoda	368292	12767	94150	702	168120
Hydroidomedusae	487	367	1580	36	37
Ictioplancton	17099	121829	238652	9717	44852
Insecta				223	
Isopoda				50	103
Mysidacea		39		169	
Nematoda				61	329
Ostracoda		52	13		
Pelecipoda	261896	662901	158762	185	12569
Phoronida		219	52102		533
Platyhelminthes	55	55	835	89	63
Polychaeta	70151	5042	30121	18182	378488
Siphonophorae		132	7322		102
Stomatopoda		108	743		
Thaliacea			1958		

Anexo 8.- Abundancia promedio por zona por periodo. Bahía Paracas. Borde Costero 2013-2015

ESPECIES	A.Abr2013	B.Abr2013	C.Abr2013	D.Abr2013	E.Abr2013	E.Oct2013	D.Oct2013	C.Oct2013	B.Oct2013	A.Oct2013	A.Nov2014	B.Nov2014	C.Nov2014	D.Nov2014	E.Nov2014	A.Mar2015	B.Mar2015	C.Mar2015	D.Mar2015	E.Mar2015	A.Jul2015	B.Jul2015	C.Jul2015	D.Jul2015	E.Jul2015	
Amphipoda											31	25														
Appendicularia	2663	199	438			7547	3549	432030	19887	1493		293	433			136621	14961	2322								
Brachiopoda		2549	1425			132	159	1735	1291	1123		273	59													
Brizozoa	122	55	221			44	65	25	1158	210	53						110	124								
Chaetognatha						100	29	170	27					129												
Cirripedia	162952	6198	850			4908	7598	5939	415	29358	12172	3239		468	928	79105	7137	6964								
Cnidocera	269652	72304	66790			147550	97970	1845	612	120049	111574	6318				5445	121	86								
Copepoda	264950	144858	69766			123407	62152	20068	11331	126676	50101	16064		3166	147576	75270	46312	3285								
Ctenophora						274			57	13475		53														
Decapoda	1423	227	139			109	104	828	62	492	3219	40		55	64	798	507	80								
Echino dermata		852	9207			104	78	184	155	12062	13850	1805														
Euphausiacea		57				11	162	4222	40					217												
Foraminifera																										
Gasteropoda	141997	2010	1315			1850	4896	545		6361	25533	2033		702	123	25										
Hydrodromedusae	487	66				30	17	85	81	467	146	134		36		37										
Ictioplankton	3304	543	8897			479	186	4052	16545	5503	16625	532		675	2182	5718	1284	222								
Insecta																										
Isopoda																										
Mysidacea																										
Nematoda																										
Ostracoda																										
Pelecypoda	21372	49980	3251			25	38	33																		
Phoronida																										
Platyhelminthes																										
Polychaeta	35874	8279	1151			932	710			9848	2127	783		4023	2436	55220	3183	860								
Siphonophorae																										
Stomatopoda																										
Thalassacea																										



