

# VARIABILIDAD TEMPORAL DEL ZOOPLANKTON EN LA ESTACIÓN FIJA FRENTE A CARPAYO, CALLAO ENTRE 2014 Y 2019

## ZOOPLANKTON TEMPORAL VARIABILITY AT THE CARPAYO FIXED STATION BETWEEN 2014 AND 2019

Katia Aronés Flores<sup>1</sup>

<https://doi.org/10.53554/boletin.v37i1.359>

### RESUMEN

ARONÉS, K. (2022). Variabilidad temporal del zooplancton en la Estación Fija frente a Carpayo, Callao entre 2014 y 2019. *Bol Inst Mar Perú*, 37(1): 77-90.- Se describe la variabilidad mensual y estacional del zooplancton entre 2014 y 2019, basada en biovolúmenes, abundancias y parámetros comunitarios en un área somera de la costa central del Perú. Para ello, en una estación fija localizada en Carpayo (Bahía Miraflores), Callao (12°4'16,7"S, 77°9'23,7"W), se recolectaron semanalmente muestras de zooplancton entre 2014 y 2019 con un total de 96 muestras. El muestreo se hizo siempre al medio día con una red cónica Sparnet de 0,56 m de diámetro y 100 micras de abertura de malla, operada en jales verticales desde 2 metros del fondo a la superficie. Los copépodos (96%) y cirrípedos (83%) fueron los más frecuentes, destacando la especie *Acartia* n. sp. con 83% de frecuencia en el total de los muestreos. Las densidades del zooplancton fluctuaron entre 6 y 44.386 Ind/muestra, en julio 2018 y abril 2015, respectivamente. De acuerdo a la variabilidad mensual, los estadios tempranos de Cirrípedos (nauplios) dominaron en abril, setiembre y noviembre, rotíferos en marzo, copépodos en mayo y foraminíferos en julio y agosto.

PALABRAS CLAVE: variabilidad temporal, bahía Miraflores, zooplancton

### ABSTRACT

ARONÉS K. (2022). Zooplankton temporal variability at the Carpayo Fixed Station between 2014 and 2019. *Bol Inst Mar Peru*. 37(1): 77-90.- The monthly and seasonal variability of zooplankton between 2014 and 2019 was described, based on the biovolumes, abundances and community parameters in a shallow area of the central coast of Peru. To do this, at a fixed station located in Carpayo, Callao (12°4'16.7"S, 77°9'23.7"W), zooplankton samples were collected weekly between 2014 and 2019 with a total of 96 samples. Sampling was always done at noon with a Sparnet conical net of 0.56 m in diameter and 100 microns of mesh opening, operated in vertical hauls from 2 meters from the bottom to the surface. Copepods and barnacles were the most frequent groups with 96% and 83% respectively, highlighting the species *Acartia* n. sp. with 83% frequency in the total of the samples. Zooplankton densities fluctuated between 6 and 44,386 Ind / sample, in July 2018 and April 2015, respectively. According to the monthly variability, the Cirripeds early stages (nauplii) dominated in April, September and November, rotifers in March, copepods in May and foraminifera during July and August.

KEYWORDS: temporal variability, Miraflores Bay, zooplankton

## 1. INTRODUCCIÓN

Las áreas marino-costeras son estudiadas debido a su importancia ecológica y además porque sustentan económicamente una intensa actividad extractiva artesanal. Por lo tanto, es necesario realizar estudios multidisciplinarios con el fin de generar información técnica actualizada, que aseguren la viabilidad y sostenibilidad de la riqueza específica y de las actividades antropogénicas, como la pesquería artesanal (AGUILAR y CAMEY, 2000). En tal sentido, al evaluar el medio marino en áreas específicas se tiene como un objetivo primordial conocer los cambios en las variables oceanográficas y su relación con las condiciones medio ambientales.

## 1. INTRODUCTION

We study marine-coastal areas due to their ecological importance and also because they economically support an intense artisanal extractive activity. Therefore, it is necessary to carry out multidisciplinary studies to generate updated technical information to ensure the viability and sustainability of the species richness and anthropogenic activities, such as artisanal fisheries (AGUILAR & CAMEY, 2000). Thus, when assessing the marine environment in specific areas, the main goal is to know the changes in oceanographic variables and their relationship with environmental conditions.

1 Imarpe. karones@imarpe.gob.pe

En este contexto, el proyecto: “Estudio Integrado de los procesos Físicos, Químicos y Biológicos en los Ecosistemas de Borde Costero” tuvo como objetivo investigar la variabilidad ambiental y los mecanismos implicados en la generación y distribución de floraciones de algas nocivas, conocidas comúnmente como mareas rojas y su recurrencia en estos sistemas costeros durante ciertas épocas del año. Dentro de la variabilidad ambiental, uno de los componentes importantes a estudiar es el zooplancton, el cual es importante no solo como alimento de especies pesqueras como anchoveta o sardina, sino porque varias de sus especies son indicadoras ambientales, por lo que el objetivo del presente estudio es conocer la variabilidad temporal del zooplancton en la zona de Carpayo, ubicada al norte de la Bahía Miraflores, adyacente a Callao y el principal centro urbano de la costa peruana.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

En la Estación Fija Carpayo (12°4'16,7"S, 77°9'23,7"W, Callao) se recolectó un total de 96 muestras de zooplancton entre marzo 2014 y octubre 2019 (Tabla 1).

Los muestreos siempre se realizaron al medio día, con una red cónica Sparnet de 0,56 m de diámetro y 100 micras de abertura de malla, operada en jales verticales desde 2 metros del fondo hacia la superficie. Las muestras se fijaron con formaldehído al 2%.

In this context, the project: “Integrated Study of Physical, Chemical, and Biological Processes in Coastal Edge Ecosystems” aimed to investigate the environmental variability and mechanisms involved in the generation and distribution of harmful algal blooms (HABs), commonly known as red tides, and their recurrence in these coastal systems during certain times of the year. Zooplankton is one of the important components to be studied within the environmental variability since it is important not only as food for fish species such as anchoveta or sardine but also because several of its species are environmental indicators. Therefore, our goal is to know the temporal variability of zooplankton in the Carpayo area, located to the north of Miraflores Bay, in the vicinity of Callao and the main urban center of the Peruvian coast.

## 2. MATERIAL AND METHODS

A total of 96 zooplankton samples were collected at the Carpayo Fixed Station (12°4'16.7"S, 77°9'23.7"W, Callao) between March 2014 and October 2019 (Table 1).

Sampling was always done at noon, with a Sparnet conical net of 0.56 m diameter and 100-micron mesh opening, operated in vertical hauls from 2 meters from the bottom to the surface. Samples were fixed with 2% formaldehyde.

Tabla 1.- Muestras colectadas mensual y estacionalmente frente a Estación Fija Carpayo. Borde Costero. Enero 2014- octubre 2019

Table 1. Samples collected monthly and seasonally off the Carpayo Fixed Station, coastal edge (January 2014-October 2019)

Mensual	Mensual	2014	2015	2016	2017	2018	2019	N Mensual	N Estacional
Verano	Enero					6	3	9	
	Febrero		4	1		3	4	12	38
	Marzo	4	4	6		1	2	17	
Otoño	Abril	2	4				3	9	
	Mayo					7	3	10	26
	Junio					5	2	7	
Invierno	Julio					4	1	5	
	Agosto			1		2	3	6	17
	Setiembre			2		1	3	6	
Primavera	Octubre			2		4	2	8	
	Noviembre			1		3		4	16
	Diciembre			1	1	2		4	

La determinación de las especies del zooplancton se efectuó consultando los trabajos de BOSCHI (1981), BOUILLON (1999), BOWMAN & GRUNER (1973), BRADFORD-GRIEVE *et al.* (1999), GURNEY (1942), ONBÉ (1999), POHLE *et al.* (1999) y PUGH (1999), entre otros y para el caso del ictioplancton principalmente los trabajos de EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANDOVAL DE CASTILLO (1979) y WATSON & SANDKNOP (1996).

El procesamiento de los datos se realizó en el programa Excel 2010, los gráficos de distribución y abundancia en Surfer versión 15, las figuras de la variabilidad temporal en R y para el análisis comunitario se utilizó el programa Primer versión 6. Para poder aplicar los análisis, se agrupó la información del muestreo mensual y estacionalmente.

Se estimaron los parámetros comunitarios de Equidad, índice de riqueza de especies, Similitud de Bray Curtis (Pielou, 1984). La diversidad se estimó a través del índice de Shannon-Weaver (bits/Individuos). Así mismo se realizó el análisis LINKTREE para determinar las especies responsables de agrupación de los periodos o épocas de muestreo.

### 3. RESULTADOS

#### Composición de especies y frecuencia

Entre enero 2014 y octubre 2019 la comunidad de zooplancton estuvo conformada por 69 especies comprendidas en 30 grupos (Tabla 2, Anexo).

Los grupos más frecuentes (Fig. 1) fueron copépodos (96%) y cirrípedos (83%) (nauplios). Otros grupos importantes por sus frecuencias fueron los pelecípodos (larvas) (59%), decápodos (zoeas) (55%), foraminíferos (52%), cladóceros (49%), apendicularias (40%) e ictioplancton (38%).

Las especies más frecuentes fueron *Acartia* n. sp. con 83% del total de los muestreos, seguido por *Paracalanus parvus* (63%) y *Hemicyclops* sp. en el 56% del total de los muestreos.

#### Abundancia de Zooplancton

Las densidades totales del zooplancton fluctuaron entre 6 Ind.muestra<sup>-1</sup> y 44.386 Ind.muestra<sup>-1</sup>, con el menor valor en julio 2018 y el más alto en abril 2015.

Zooplankton species were determined by consulting the works of BOSCHI (1981), BOUILLON (1999), BOWMAN & GRUNER (1973), BRADFORD-GRIEVE *et al.* (1999), GURNEY (1942), ONBÉ (1999), POHLE *et al.* (1999) y PUGH (1999), among others, and for ichthyoplankton, mainly the works of EINARSSON y ROJAS DE MENDIOLA (1963), SANDOVAL DE CASTILLO (1979), and WATSON & SANDKNOP (1996).

The data was processed in Excel 2010, the distribution and abundance graphs in Surfer version 15, the temporal variability figures in R, and for the community analysis, the Primer 6.0 software was used.

We estimated the community parameters of Equity, species richness index, and Bray-Curtis Similarity (Pielou, 1984). Diversity was estimated through the Shannon-Weaver index (bits/Individuals). LINKTREE analysis was also performed to determine the species responsible for grouping the sampling periods.

### 3. RESULTS

#### Species composition and frequency

The zooplankton community was made up of 69 species in 30 groups between January 2014 and October 2019 (Table 2, Annex).

The most frequent groups (Fig. 1) were copepods (96%) and cirripedes (83%) (nauplii). Other important groups in terms of frequency were pelecypods (larvae) (59%), decapods (zoeae) (55%), foraminifera (52%), Cladocera (49%), Appendicularia (40%), and ichthyoplankton (38%).

The most frequent species were *Acartia* n. sp. with 83% of the total samples, followed by *Paracalanus parvus* (63%) and *Hemicyclops* sp. (56%).

#### Zooplankton abundance

Total zooplankton densities ranged from 6 Ind. sample<sup>-1</sup> and 44,386 Ind.sample<sup>-1</sup>, with the lowest value occurring in July 2018 and the highest value in April 2015.

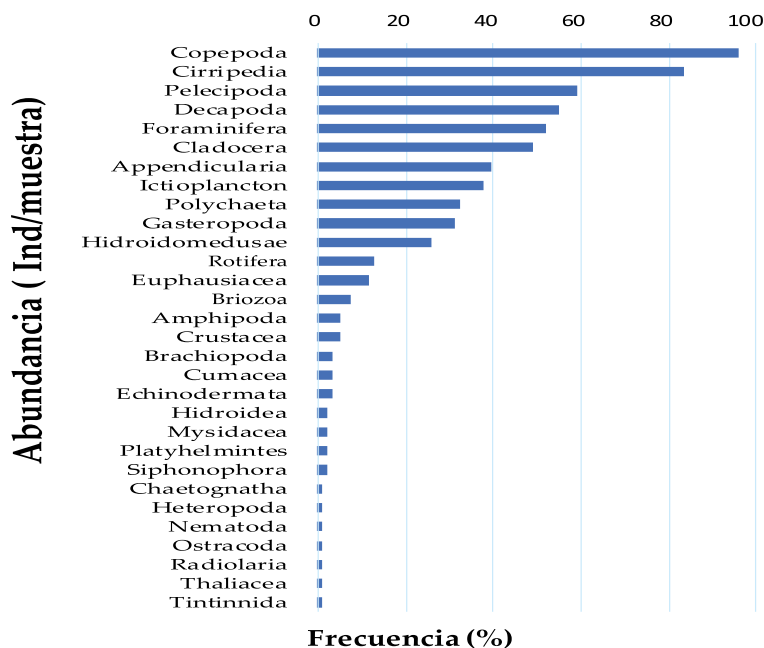


Figura 1.- Frecuencia porcentual de los grupos de zooplancton Estación Fija Carpayo. Borde Costero. Enero 2014– octubre 2019

Figure 1. Percentage frequency of zooplankton groups at Carpayo Fixed Station, coastal edge (January 2014- October 2019)

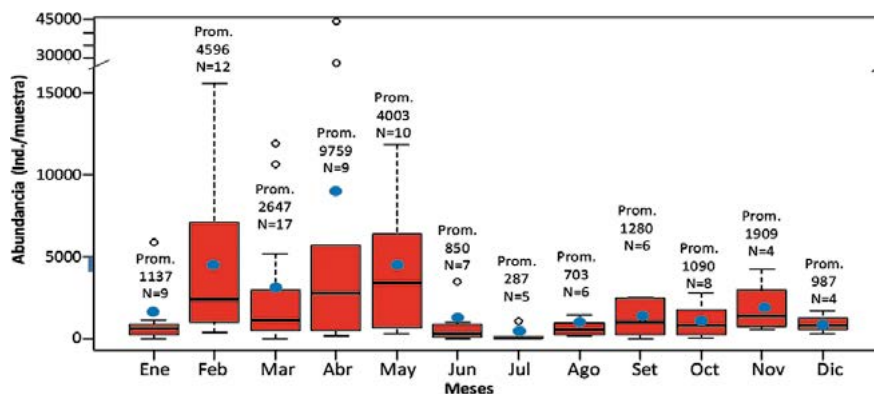


Figura 2.- Variabilidad mensual de abundancia promedio del Zooplancton. Línea negra central es la mediana. Puntos azules indican el promedio mensual de zooplancton. Estación Fija Carpayo. Borde Costero 2014 – 2019

Figure 2. Monthly variability of mean Zooplankton abundance. Central black line is the median. Blue dots indicate monthly mean zooplankton abundance. Carpayo Fixed Station, coastal edge (2014-2019)

Los grupos más abundantes del zooplancton fueron los cirrípedos en estadio de nauplio y los copépodos con 48% y 36% del total de zooplancton, respectivamente. Otros grupos importantes por abundancia fueron larvas de pelecípodos (6%), ictioplancton (3%) y foraminíferos (3%).

**Variabilidad mensual**

En la Figura 2 observamos la variabilidad mensual de la abundancia del zooplancton, registrándose

The most abundant zooplankton groups were nauplii (cirripedes) and copepods with 48% and 36% of the total zooplankton, respectively. Other important abundant groups were pelecypod larvae (6%), ichthyoplankton (3%), and foraminifera (3%)

**Monthly variability**

Figure 2 shows the monthly variability of zooplankton abundance, with the maximum

el promedio máximo en febrero (4.596 Ind./muestra) y el mínimo en julio (287 Ind./muestra), mientras que la mediana más alta se presentó en mayo (3.419 Ind./muestra) y la más baja, en julio (95 Ind./muestra).

En la Figura 3 se presenta un resumen de la composición mensual de abundancia de grupos y especies destacadas del zooplankton. Se aprecia que las mayores densidades de larvas de cirrípedos se registraron entre enero y abril, setiembre y noviembre. Durante marzo se determinaron mayores abundancias de rotíferos y durante el invierno, máximos valores de foraminíferos. Los copépodos presentaron sus mayores densidades en mayo.

### Variabilidad estacional

Durante la primavera los valores de abundancias del zooplankton variaron entre 79 y 4.272 Ind./muestra, con promedio de 1.231 y mediana de 917 Ind./muestra. En el verano las densidades del zooplankton fluctuaron entre 15 y 15.603 Ind./muestra, con promedio de 2.905 y mediana de 1.103 Ind./muestra. Durante el otoño se observó la mayor variabilidad de las abundancias fluctuando entre 11 y 44.386 Ind./muestra, con promedio de 5.147 y mediana de 2.104 Ind./muestra. En el invierno las densidades estuvieron entre 6 y 2.572 Ind./muestra, con promedio de 754 y mediana de 361 Ind./muestra (Fig. 4).

mean in February (4,596 Ind./sample) and the minimum in July (287 Ind./sample), while the highest median was in May (3,419 Ind./sample) and the lowest in July (95 Ind./sample).

Figure 3 shows a summary of the monthly composition of abundance of groups and species of zooplankton. We can observe that the highest densities of cirripedes larvae were recorded between January and April, September, and November. In March, the highest abundances of rotifers were determined, and during the winter, maximum values of foraminifera. Copepods presented their highest densities in May.

### Seasonal variability

In spring, zooplankton abundances ranged from 79 to 4,272 Ind./sample, with a mean of 1,231 and median of 917 Ind./sample. In summer, zooplankton densities ranged from 15 to 15,603 Ind./sample, with a mean of 2,905 and median of 1,103 Ind./sample. In autumn, the greatest variability of abundances was observed, ranging from 11 to 44,386 Ind./sample, with a mean of 5,147 and a median of 2,104 Ind./sample. In winter, densities ranged from 6 to 2,572 Ind./sample, with a mean of 754 and a median of 361 Ind./sample (Fig. 4).

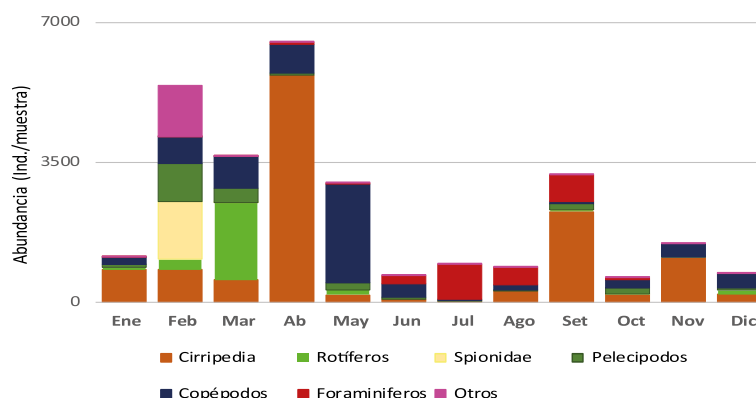


Figura 3.- Resumen mensual de abundancia promedio del Zooplankton, de especies y grupos más importantes. Estación Fija Carpayo. Borde Costero 2014 – 2019

Figure 3. Monthly summary of mean Zooplankton abundance, species, and most important groups. Carpayo Fixed Station, coastal edge (2014-2019)

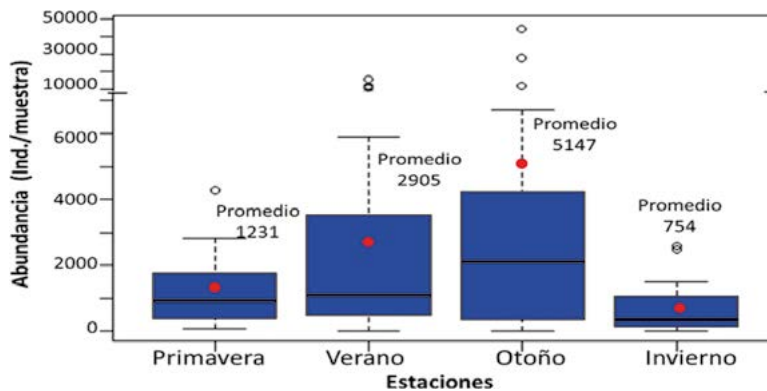


Figura 4.- Variabilidad estacional de abundancias del zooplancton. Línea negra central es la mediana. Puntos rojos indica el promedio. Estación Fija Carpayo. Borde Costero. Enero 2014 - octubre 2019

Figure 4. Seasonal variability of zooplankton abundances. Central black line is the median. Red dots indicate the mean. Carpayo Fixed Station, coastal edge (January 2014-October 2019)

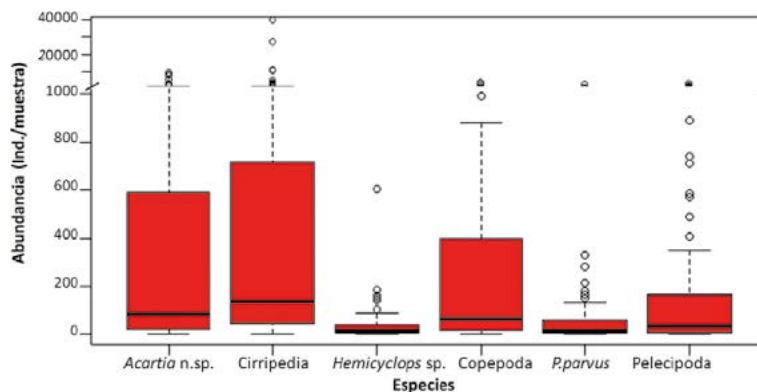


Figura 5.- Abundancia de especies dominantes del zooplancton. Línea negra central es la mediana. Estación Fija Carpayo. Borde Costero. Enero 2014 – octubre 2019

Figure 5. Abundance of dominant zooplankton species. Central black line is the median. Carpayo Fixed Station, coastal edge (January 2014-October 2019)

### Especies dominantes

Entre las especies y grupos dominantes del zooplancton se registraron los nauplios de cirrípedos (1 – 39,941 Ind./muestra), *Acartia n. sp.* (1 – 9,682 Ind./muestra), nauplios de copépodos (1 – 3,888 Ind./muestra) y larvas de pelecípodos (1 – 3,400 Ind./muestra) (Fig. 5).

### Análisis comunitario

El número de especies varió de 1 a 26, entre mayo/junio 2018 y marzo 2015, respectivamente, mientras que el índice de riqueza de especies fluctuó entre 0,375 y 3,089 con el valor más bajo en enero 2018 y el valor más alto en febrero 2015 (Tabla 1). Los valores de equidad variaron entre

### Dominant species

The dominant zooplankton species and groups included cirripede nauplii (1 – 39,941 Ind./sample), *Acartia n. sp.* (1 – 9,682 Ind./sample), copepod nauplii (1 – 3,888 Ind./sample), and pelecypod larvae (1 – 3,400 Ind./sample) (Fig. 5).

### Community analysis

The number of species ranged from 1 to 26, between May/June 2018 and March 2015, respectively, while the species richness index oscillated between 0.375 and 3.089 with the lowest value in January 2018 and the highest one in February 2015 (Table 1). The equity values varied between 0.031 and 0.959, in February 2015



0,031 y 0,959, en febrero 2015 y setiembre 2019, respectivamente. El índice de Shannon presentó valores comprendidos entre 0,138 y 3.166, el valor más alto en octubre 2016 y el más bajo coincidió con la fecha de menor equidad (Tabla 3, Anexo).

En el análisis de LINKTREE (Fig. 6) al 85% (R= 0,63) se observó un primer punto de quiebre, siendo los nauplios de cirrípedos los responsables de esta separación, generando un primer grupo con densidades igual o menor a 1 Ind./muestra y un segundo grupo con abundancias mayores a 4 Ind./muestra. El primer grupo vuelve a dividirse (R= 0,63) debido a los copépodos harpaticoideos, en un subgrupo con abundancias mayores a 5 Ind./muestra y el otro con valor igual o menor a 1 Ind./muestra. El segundo grupo vuelve a dividirse (R= 0,57), por larvas de pelecípodos en un grupo con densidades mayores a 11 Ind./muestra y otro con valores menores a 7 Ind./muestra. Este último grupo se subdivide (R= 0,66) por la especie *Acartia* n. sp., en un grupo con densidades mayores a 6 Ind./muestra y otro con valores menores a 5 Ind./muestra.

and September 2019, respectively. The Shannon index presented values between 0.138 and 3.166, with the highest value in October 2016 and the lowest value coinciding with the date of lowest equity (Table 3, Annex).

In the LINKTREE analysis (Fig. 6) at 85% (R= 0.63), a first breakpoint was observed, being the cirripedes nauplii responsible for this separation, generating a first group with densities equal to or less than 1 Ind./sample and a second group with abundances greater than 4 Ind./sample. The first group is divided again (R= 0.63) due to harpacticoid copepods, in a subgroup with abundances greater than 5 Ind/sample and the other with a value equal to or less than 1 Ind/sample. The second group is again divided (R= 0.57), by pelecypod larvae in a group with densities greater than 11 ind/sample and another with values less than 7 ind/sample. This last group is subdivided (R= 0.66) by the species *Acartia* n. sp., in a group with densities higher than 6 Ind./sample and another with values lower than 5 Ind./sample.

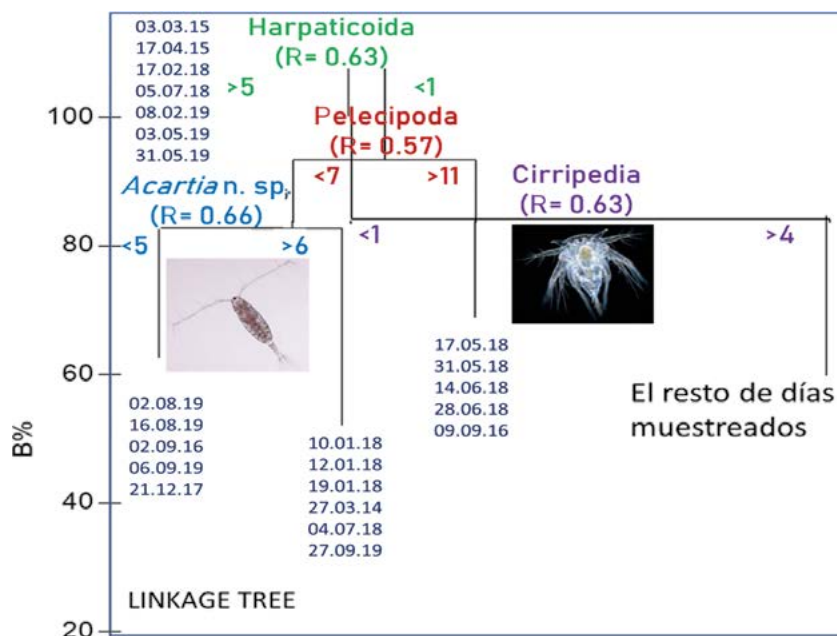


Figura 6.- LINKTREE estaciones de muestreo. Estación Fija Carpayo. Borde Costero. Enero 2014 – octubre 2019

Figure 6. LINKTREE sampling stations. Carpayo Fixed Station, coastal edge (January 2014- October 2019)

#### 4. DISCUSIÓN

Las mayores densidades del zooplancton, en la estación fija Carpayo, se encontraron durante otoño y verano, precisamente en los períodos de mayor variabilidad, mientras que las menores densidades se registraron durante el invierno. A diferencia de la mayoría de las bahías donde los copépodos son el grupo dominante a lo largo del año, en el área de Carpayo de la Bahía Miraflores se observó alternancia en la dominancia de los organismos del zooplancton. Así tenemos a los rotíferos que destacaron en marzo y los foraminíferos, durante el invierno. Los copépodos presentaron mayores densidades en mayo mientras que los nauplios de cirrípedos dominaron en abril, setiembre y noviembre, presentando abundancias más altas durante abril, lo cual podría estar asociado al periodo reproductivo de estos crustáceos. Este pico correspondería al desove de una población o de la cohorte de una población (P. Carbajal, com. personal). Estos crustáceos registraron mayores densidades en la serie de datos durante febrero, marzo y abril del 2015 con casi 80% de la abundancia total del zooplancton. Durante el verano 2015 se registraron floraciones de *Akashiwo sanguinea*, las cuales estuvieron asociadas a concentraciones altas de larvas de cirrípedos. En cambio, las floraciones de *Heterosigma akashiwo* (2013), estuvieron asociadas a altas concentraciones de copépodos (*Acartia* n.sp. y *Hemicyclops* sp.).

Los estudios ecológicos asociados a los patrones de distribución de los cirrípedos han demostrado que sus abundancias son afectadas por factores bióticos como la competencia o la depredación (NAVARRETE, 1996; MENGE, 2000). Principalmente los niveles más altos del intermareal ofrecen una alternativa o refugio para muchas especies de cirrípedos, más resistentes al estrés físico (CURELOVICH & CALCAGNO, 2014).

En el periodo estudiado, 2014 a 2019, básicamente dominaron los nauplios, que es el primer estadio larval que dura aproximadamente 2 semanas, los cuales pueden alimentarse activamente y se desplazan a merced del viento y las corrientes marinas. En menor proporción,

#### 4. DISCUSSION

At the Carpayo fixed station, the highest zooplankton densities occurred in autumn and summer, which are periods of greater variability, while the lowest densities were recorded in winter. Unlike most bays where copepods are the dominant group throughout the year, in the Carpayo area of Miraflores Bay, alternation in the dominance of zooplankton organisms was observed. Thus, the rotifers stood out in March and foraminifera during the winter. Copepods presented higher densities in May while cirripedes nauplii dominated in April, September, and November, presenting the highest abundances during April, which could be associated with the reproductive period of these crustaceans. This peak would correspond to the spawning of a population or cohort of a population (P. Carbajal, personal communication). These crustaceans recorded higher densities in the data series during February, March, and April 2015 with almost 80% of the total zooplankton abundance. Blooms of *Akashiwo sanguinea*, were recorded in the summer of 2015 and were associated with high concentrations of cirripedes larvae. However, blooms of *Heterosigma akashiwo* (2013), were associated with high concentrations of copepods (*Acartia* n.sp. and *Hemicyclops* sp.).

Ecological studies associated with the distribution patterns of cirripedes have shown that their abundances are affected by biotic factors such as competition or predation (NAVARRETE, 1996; MENGE, 2000). The higher levels of the intertidal provide an alternative or refuge for many species of cirripedes, which are more resistant to physical stress (CURELOVICH & CALCAGNO, 2014).

Nauplii, the first larval stage that lasts approximately 2 weeks, which can feed actively and move at the mercy of the wind and marine currents, basically dominated during the study period, 2014 to 2019. In smaller proportions, cypris larvae, the second larval stage of cirripedes, were found. Some



se hallaron larvas cpris, segundo estadio larval de los cirrípedos. Algunos autores han asociado estas larvas con alta calidad de agua, ya que, a diferencia de los nauplios, no se alimentan y son nadadores activos pues en este estadio se encuentran buscando un lugar donde fijarse para iniciar su metamorfosis.

En relación al análisis comunitario, que se observa en la Tabla 3 y Figura 7 del análisis de LINKTREE, los valores más altos de equidad (setiembre 2019), coincidieron con los muestreos donde se hallaron las mínimas abundancias de larvas de cirrípedos. El periodo que registró la menor equidad (febrero 2015) estuvo asociado a una alta riqueza de especies (22 especies); sin embargo, coincidió con el mínimo valor de Diversidad, debido a la dominancia de las larvas de cirrípedos.

## 5. CONCLUSIONES

En la estación fija de Carpayo se observó una alternancia temporal de los diversos grupos del zooplankton. Los nauplios de cirrípedos dominaron en abril, setiembre y noviembre, los copépodos en mayo con *Acartia* n. sp. como especie dominante, rotíferos en marzo y foraminíferos en invierno.

Las especies responsables de la agrupación de la estaciones de muestreo en el análisis comunitario, fueron los nauplios de copépodos, harpaticoideos, larvas de pelecípodos y *Acartia* n. sp.

### Agradecimientos

Esta publicación se realizó en el marco del proyecto Estudio Integrado de los procesos Físicos, Químicos y Biológicos en los Ecosistemas de Borde Costero. Agradezco de manera especial a la Blga. Patricia Carbajal por sus comentarios y compartir sus conocimientos en invertebrados en la discusión del trabajo.

authors have associated these larvae with high water quality, since, unlike the nauplii, they do not feed and are active swimmers because at this stage they are looking for a place to fix themselves to begin their metamorphosis.

Regarding the community analysis shown in Table 3 and Figure 7 of the LINKTREE analysis, the highest equity values (September 2019) coincided with the samplings where the lowest abundance of cirripede larvae was found. The period that recorded the lowest equity (February 2015) was associated with high species richness (22 species); however, it coincided with the lowest Diversity value, due to the dominance of cirripede larvae.

## 5. CONCLUSIONS

There was a temporal alternation of the different zooplankton groups at the Carpayo fixed station. Cirripedes nauplii dominated in April, September, and November, copepods in May with *Acartia* n. sp. as the dominant species, rotifers in March, and foraminifera in winter.

The species responsible for the clustering of the sampling stations in the community analysis were copepod nauplii, harpacticoids, pelecypod larvae, and *Acartia* n. sp.

### Acknowledgments

This work was carried out within the framework of the Integrated Study of Physical, Chemical, and Biological Processes in Coastal Border Ecosystems project. Special thanks to Biol. Patricia Carbajal for her comments and for sharing her knowledge on invertebrates in the discussion of this paper.

## 6. REFERENCIAS

- AGUILAR REVELO, L., CAMEY, C. (2000). Sobre marinos, marinas mares y mareas perspectiva de género en zonas marino-costeras (No. C/333.917 A3).
- BOSCHI, E. E. (1981). Larvas de Crustacea Decapoda. En "Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino" (D. Boltovskoy, Ed.), Public. Esp. Inst. Nac. Inv. Desarrollo Pesq., Mar del Plata, pp. 699-757.
- BOUILLON, J. (1999). Hydromedusae. In South Atlantic Zooplankton (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 1, 385-465.
- BOWMAN, T. E., GRUNER, H. E. (1973). The families and genera of Hyperiididae (Crustacea: Amphipoda). Smithsonian Contrib. Zool., 146, 1-64.
- BRADFORD-GRIEVE, J., MARKHASEVA, E., ROCHA C., ABIAHY, B. (1999). Copepods. In "South Atlantic Zooplankton" (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 2, 869-1098.
- CURELOVICH, J., CALCAGNO, J. (2014). Cirripedia. 213-223 pp. En: Los invertebrados marinos, Ed. Javier A. Calcagno ... [et. al]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara, 354 p.
- EINARSSON, H., ROJAS DE MENDIOLA, B. (1963). Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). Bol Inst Invest Recurs Mar, Callao, 1 (1), 1-23.
- GURNEY, R. (1942). The larvae of decapod Crustacea. Ray. Soc. Publ., London, pp. 1-306.
- MENGE, B. A. (2000). Recruitment vs. postrecruitment processes as determinants of barnacle population abundance. Ecological Monographs, 70, 265-288. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2000\)070\[0265:RVP\]](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2000)070[0265:RVP])
- NAVARRETE, S. A. (1996). Variable predation: effects of whelks on a mid-intertidal successional community. Ecological Monographs, 66, 301-321. <https://doi.org/10.2307/2963520>
- ONBÉ, T. (1999). Ctenopoda and Onychopoda (Cladocera). In "South Atlantic Zooplankton" (D. Boltovskoy, ed.) Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 1, 797-813.
- POHLE, G., MANTELATTO, F., NEGREIROS-FRANZOZO, M., FRANZOZO, A. (1999). Larval Decapoda. In "South Atlantic Zooplankton" (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 2, 1281-1351.
- PUGH, P. R. (1999). Siphonophorae. In "South Atlantic Zooplankton" (D. Boltovskoy, Ed.) Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 1, 467-511.
- SANDOVAL DE CASTILLO, O. (1979). Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. Inf Inst Mar Perú, 63, 32 pp.
- WATSON, W., SANDKNOP, E. M. (1996). Engraulidae. In: Calcofi Atlas N°3 (Moser, Ed.), 173-183.

Tabla 2.- Composición, abundancia (Ind/muestra) y frecuencia (%) del zooplankton por especie y estadio. Estación Fija Carpayo. Borde Costero. Enero 2014- octubre 2019

Table 2. Composition, abundance (Ind/sample), and frequency (%) of zooplankton by species and stage. Carpayo Fixed Station, coastal edge (January 2014-October 2019)

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa
Amphipoda	<i>Ampelisca</i> sp.	maduro	1	1.04	2	2	0.00
	<i>Hyperioides sibaginis</i>	maduro	1	1.04	1	1	0.00
	No determinado	inmaduro	2	2.08	1	1	0.00
Appendicularia		maduro	1	1.04	1	1	0.00
	<i>Oikopleura dioica</i>	maduro	1	1.04	43	43	0.02
	<i>Oikopleura</i> sp.	tadpole	4	4.17	1	4	0.00
Brachiopoda		maduro	36	37.50	1	968	0.91
	<i>Discinisca lamellosa</i>	larva	3	3.13	1	3	0.00
Briozoa	<i>Membranipora</i> sp.	larva	7	7.29	1	10	0.01
Chaetognatha	<i>Sagitta enflata</i>	inmaduro	1	1.04	1	1	0.00
Cirripedia	No determinado	nauplio	74	77.08	1	39936	46.54
Cladocera		cipris	51	53.13	1	1608	1.01
	<i>Pleopis polyphemoides</i>	inmaduro	6	6.25	1	4	0.01
Copepoda		adulto	41	42.71	1	1048	1.31
	<i>Pseudoevadne</i> sp.	inmaduro	1	1.04	1	1	0.00
	<i>Acartia</i> n.sp.	copepodito	76	79.17	1	6176	12.16
		adulto	75	78.13	1	7250	10.51
	<i>Calanus chilensis</i>	copepodito	4	4.17	1	16	0.01
		adulto	3	3.13	1	2	0.00
	<i>Centropages brachiatus</i>	copepodito	5	5.21	1	66	0.03
		adulto	4	4.17	1	5	0.00
	<i>Clausocalanus jobei</i>	adulto	5	5.21	1	6	0.01
	<i>Clytemnestra rostrata</i>	copepodito	3	3.13	1	4	0.00
		adulto	4	4.17	1	12	0.01
	<i>Corycaeus dubius</i>	adulto	2	2.08	1	1	0.00
	<i>Corycaeus</i> sp.	adulto	1	1.04	3	3	0.00
	<i>Euteropina acutifrons</i>	copepodito	1	1.04	1	1	0.00
		adulto	10	10.42	1	1800	0.86
	<i>Hemicyclops</i> sp.	copepodito	14	14.58	1	592	0.35
		adulto	55	57.29	1	608	0.90
	<i>Lubbockia squillimana</i>	adulto	1	1.04	1	1	0.00
	<i>Microsetella rosea</i>	copepodito	2	2.08	1	1	0.00
		adulto	5	5.21	1	1	0.00
	<i>Oculosetella</i> sp.	adulto	1	1.04	2	2	0.00
	<i>Oithona nana</i>	copepodito	6	6.25	1	49	0.03
		adulto	36	37.50	2	567	0.51
	<i>Oithona plumifera</i>	copepodito	12	12.50	1	232	0.17
		adulto	14	14.58	1	26	0.03
	<i>Oithona</i> sp.	adulto	38	39.58	1	808	0.89
	<i>Oncaea venusta</i>	copepodito	1	1.04	1	1	0.00
		adulto	10	10.42	1	9	0.01
	<i>Oncaea</i> sp.	copepodito	2	2.08	27	63	0.03
		adulto	27	28.13	1	22	0.06
	<i>Paracalanus parvus</i>	copepodito	38	39.58	1	410	0.56
		adulto	55	57.29	1	2224	1.82
	Scolecithridae	adulto	2	2.08	1	1	0.00
	<i>Subeucalanus mucronatus</i>	copepodito	1	1.04	1	1	0.00
	<i>Temora discaudata</i>	adulto	1	1.04	1	1	0.00
	<i>Temora stylifera</i>	adulto	1	1.04	1	1	0.00
	Harpaticoida	adulto	30	31.25	1	85	0.15
	No determinado	nauplio	60	62.50	1	3888	7.28
		copepodito	9	9.38	1	6	0.01

sigue...

... continua

Grupo	Especie	Estadio	Frec. absoluta	Frec. relativa	Abund. mínima	Abund. máxima	Abund. relativa	
Crustacea	No determinado	nauplio	5	5.21	1	71	0.05	
Cumacea	No determinado	adulto	3	3.13	1	1	0.00	
Decapoda	Epialtidae	zoea	2	2.08	3	4	0.00	
	Pinnotheridae	zoea	2	2.08	1	3	0.00	
	Xanthidae	zoea	1	1.04	11	11	0.00	
	Paguridae		1	1.04	1	1	0.00	
	No determinado	mysis	1	1.04	1	1	0.00	
		protozoa	1	1.04	1	1	0.00	
		zoea	48	50.00	1	83	0.17	
Echinodermata	No determinado	larva	3	3.13	1	100	0.06	
Euphausiacea	No determinados	nauplio	2	2.08	10	135	0.05	
		metanauplio	5	5.21	1	23	0.02	
		calytopis	5	5.21	1	2	0.00	
		furciliis	1	1.04	1	1	0.00	
Foraminifera	<i>Bolivina</i> sp.	larva	22	22.92	1	468	0.49	
	No determinado	larva	28	29.17	1	1404	2.02	
Pteropoda	<i>Limacina</i> sp.	larva	4	4.17	1	18	0.01	
Gasteropoda	No determinado	larva	26	27.08	1	226	0.30	
Heteropoda	<i>Atlanta</i> sp.	larva	2	2.08	3	4	0.00	
Hidroidea	No determinado	larva	2	2.08	1	58	0.02	
Hidroidomedusae	<i>Cytaeis</i> sp.		1	1.04	1	1	0.00	
		<i>Obelia</i> sp.	efira	2	2.08	1	2	0.00
	No determinado	maduro	5	5.21	5	405	0.16	
		efira	24	25.00	1	26	0.01	
		maduro	2	2.08	2	2	0.00	
Mysidacea	<i>Gibberithrops</i> sp.	maduro	1	1.04	1	1	0.00	
	No determinado	maduro	1	1.04	5	5	0.00	
Nematoda	No determinado	adulto	1	1.04	2	2	0.00	
Ostracoda	No determinado		1	1.04	1	1	0.00	
Pelecypoda	Myltilidae	umbonada	1	1.04	1	1	0.00	
		Semelidae	umbonada	1	1.04	1	1	0.00
		No determinado	larva	56	58.33	1	3400	5.50
Platyhelminthes	<i>Planaria</i> sp.		2	2.08	1	1	0.00	
Polychaeta	No determinado	adulto	1	1.04	3	3	0.00	
		larva	24	25.00	1	106	0.11	
	Polynoidae	larva	1	1.04	1	1	0.00	
	Spionidae	larva	5	5.21	1	1440	0.53	
	No determinado		1	1.04	1	1	0.00	
Radiolaria	No determinado		1	1.04	1	1	0.00	
Rotifera	<i>Keratella cochlearis</i>		1	1.04	35	35	0.01	
	<i>Synchaeta</i> tipo johanseni		5	5.21	31	1520	0.78	
	No determinado		7	7.29	8	428	0.24	
Siphonophora	<i>Muggiæa atlantica</i>	N.superior	2	2.08	1	1	0.00	
Thaliacea	<i>Doliolum</i> sp.		1	1.04	3	3	0.00	
Tintinnida	No determinado	adulto	1	1.04	1	1	0.00	
Ictioplancton	<i>Anchoa nasus</i>	huevo	16	16.67	1	380	0.33	
		Engraulidae	huevo	3	3.13	1	5	0.00
	<i>Engraulis ringens</i>	larva	1	1.04	1	1	0.00	
		huevo	8	8.33	1	7408	2.78	
		larva	1	1.04	1	1	0.00	
	<i>Hypsoblennius</i> sp.	larva	1	1.04	1	1	0.00	
	No determinado	huevo	26	27.08	1	162	0.09	
larva		6	6.25	1	3	0.00		

Tabla 3.- Parámetros comunitarios del zooplancton. Estación Fija Carpayo. Borde Costero. Enero 2014 – octubre 2019

Table 3. Community parameters of zooplankton. Carpayo Fixed Station, coastal edge (January 2014-October 2019)

Estación	Mes	Nro Especies	Abundancias N	Riqueza d	Equidad J'	Diversidad H'(log2)
2018E	Enero	11	310	1.743	0.756	2.614
2018E	Enero	6	661	0.770	0.199	0.514
2018E	Enero	4	756	0.453	0.518	1.036
2018E	Enero	7	35	1.688	0.568	1.595
2018E	Enero	11	1188	1.412	0.201	0.694
2018E	Enero	3	206	0.375	0.818	1.297
2019E	Enero	15	261	2.516	0.701	2.740
2019E	Enero	9	5906	0.921	0.295	0.937
2019E	Enero	13	912	1.761	0.652	2.414
2019F	Febrero	14	1080	1.861	0.580	2.207
2015F	Febrero	20	469	3.089	0.374	1.618
2015F	Febrero	22	11290	2.250	0.031	0.138
2015F	Febrero	22	3538	2.570	0.152	0.680
2015F	Febrero	19	15603	1.864	0.259	1.098
2016F	Febrero	19	1076	2.578	0.635	2.699
2018F	Febrero	10	5132	1.053	0.505	1.677
2018F	Febrero	16	8389	1.660	0.540	2.158
2018F	Febrero	12	5852	1.268	0.608	2.179
2019F	Febrero	16	429	2.475	0.741	2.964
2019F	Febrero	13	970	1.745	0.604	2.234
2019F	Febrero	11	1328	1.391	0.577	1.996
2019M	Marzo	12	5184	1.286	0.617	2.210
2014M	Marzo	15	279	2.486	0.688	2.688
2014M	Marzo	17	472	2.599	0.451	1.843
2014M	Marzo	11	515	1.601	0.372	1.288
2014M	Marzo	3	15	0.739	0.664	1.053
2015M	Marzo	26	11893	2.664	0.160	0.751
2015M	Marzo	20	10669	2.048	0.142	0.615
2015M	Marzo	9	1182	1.131	0.211	0.669
2016M	Marzo	12	553	1.742	0.559	2.005
2016M	Marzo	11	265	1.792	0.698	2.414
2016M	Marzo	10	733	1.364	0.323	1.072
2016M	Marzo	11	2324	1.290	0.377	1.305
2016M	Marzo	10	1216	1.267	0.683	2.267
2016M	Marzo	12	3460	1.350	0.512	1.834
2018M	Marzo	13	2107	1.568	0.449	1.660
2019M	Marzo	21	2999	2.498	0.641	2.817
2015M	Marzo	14	1126	1.850	0.494	1.880
2014A	Abril	5	205	0.751	0.105	0.243
2014A	Abril	8	332	1.206	0.175	0.524
2015A	Abril	14	1569	1.767	0.351	1.336
2015A	Abril	18	28020	1.660	0.063	0.261
2015A	Abril	14	4226	1.557	0.291	1.109
2015A	Abril	20	44386	1.776	0.147	0.635
2019A	Abril	10	539	1.431	0.643	2.136
2019A	Abril	14	2807	1.637	0.541	2.059
2019A	Abril	13	5749	1.386	0.566	2.093
2018Y	Mayo	5	2638	0.508	0.412	0.956
2018Y	Mayo	10	11861	0.959	0.304	1.011

Estación	Mes	Nro Especies	Abundancias N	Riqueza d	Equidad J'	Diversidad H'(log2)
2018Y	Mayo	1	740			
2018Y	Mayo	15	6717	1.589	0.254	0.993
2018Y	Mayo	8	3820	0.849	0.372	1.117
2018Y	Mayo	1	346			
2018Y	Mayo	6	6415	0.570	0.659	1.702
2019Y	Mayo	15	651	2.161	0.373	1.457
2019Y	Mayo	14	3433	1.597	0.502	1.910
2019Y	Mayo	11	3405	1.230	0.464	1.605
2018JN	Junio	13	3476	1.472	0.566	2.095
2018JN	Junio	14	344	2.226	0.733	2.792
2018JN	Junio	13	285	2.123	0.593	2.193
2018JN	Junio	1	59			
2018JN	Junio	1	11			
2019JN	Junio	10	710	1.371	0.531	1.764
2019JN	Junio	13	1066	1.721	0.737	2.729
2018JL	Julio	8	95	1.537	0.723	2.168
2018JL	Julio	2	6	0.558	0.650	0.650
2018JL	Julio	10	182	1.729	0.667	2.216
2018JL	Julio	6	64	1.202	0.812	2.099
2019JL	Julio	12	1090	1.573	0.330	1.182
2016AG	Agosto	9	1004	1.157	0.644	2.041
2018AG	Agosto	15	748	2.116	0.530	2.070
2018AG	Agosto	13	312	2.089	0.630	2.332
2019AG	Agosto	8	234	1.283	0.190	0.570
2019AG	Agosto	5	409	0.665	0.501	1.163
2019AG	Agosto	7	1512	0.820	0.415	1.166
2016S	Setiembre	13	2492	1.534	0.452	1.674
2016S	Setiembre	5	1038	0.576	0.083	0.193
2018S	Setiembre	16	2572	1.910	0.210	0.840
2019S	Setiembre	7	258	1.081	0.217	0.609
2019S	Setiembre	5	42	1.070	0.959	2.227
2016O	Octubre	12	410	1.828	0.593	2.127
2016O	Octubre	13	580	1.886	0.856	3.166
2018O	Octubre	10	1535	1.227	0.393	1.306
2018O	Octubre	10	2075	1.178	0.619	2.055
2018O	Octubre	10	159	1.776	0.831	2.760
2018O	Octubre	11	1068	1.434	0.638	2.209
2019O	Octubre	4	79	0.687	0.530	1.059
2019O	Octubre	7	2816	0.755	0.550	1.544
2016O	Noviembre	17	1788	2.137	0.333	1.362
2018N	Noviembre	10	4272	1.077	0.124	0.411
2018N	Noviembre	9	567	1.262	0.321	1.017
2018N	Noviembre	6	1008	0.723	0.283	0.731
2016D	Diciembre	11	372	1.690	0.695	2.404
2017D	Diciembre	10	377	1.517	0.269	0.895
2018D	Diciembre	8	826	1.042	0.330	0.990
2018D	Diciembre	15	1764	1.873	0.459	1.794
<b>Mínimo</b>		<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0.375</b>	<b>0.031</b>	<b>0.138</b>
<b>Máximo</b>		<b>26</b>	<b>44386</b>	<b>3.089</b>	<b>0.959</b>	<b>3.166</b>