

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 1



Enero - Junio 2019
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

VARIABILIDAD DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA EN OTOÑO 2007. CRUCERO 0705-06

VARIABILITY OF THE PHYTOPLANKTON COMMUNITY IN AUTUMN 2007. CRUISE 0705-06

Sonia Sánchez¹Patricia Villanueva¹

ABSTRACT

SÁNCHEZ S, VILLANUEVA P. 2019. Variabilidad de la comunidad fitoplanctónica en otoño 2007. Crucero 0705-06. *Bol Inst Mar Perú*. 34(1): 25-34.- El crucero abarcó del Callao a Paita, hasta 200 mn. Se recolectaron 21 muestras, utilizando una red de fitoplancton con 75 micras de abertura. Los volúmenes de plancton alcanzaron un promedio de 1,63 mL/m³ con 62% de los valores menores a 1,0 mL/m³. Hubo mayor representatividad del zooplancton en la parte oceánica, el fitoplancton estuvo dentro de las 30 mn. Chimbote fue el lugar de mayor biomasa planctónica. Condiciones del evento La Niña, al parecer influyó en la distribución de los organismos indicadores, sin embargo la presencia de *Ceratium breve*, indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), a 150 mn de Chimbote y Callao, indicó rezagos de incursiones anteriores. El ACP mostró que la temperatura fue el parámetro de mayor aporte del eje 1 y la latitud del eje 2. Este análisis definió grupos que coincidieron con la presencia de un solo indicador de masa de agua.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, organismos indicadores, ambiente marino, otoño 2007

RESUMEN

SÁNCHEZ S, VILLANUEVA P. 2019. Variability of the phytoplankton community in autumn 2007. Cruise 0705-06. *Bol Inst Mar Peru*. 34(1): 25-34.- The cruise covered the area from Callao to Paita, up to 200 mn. A total of 21 samples were collected using phytoplankton net (75 µm). Zooplankton was more representative in the oceanic part while phytoplankton was within 30 nm. Chimbote was the place whose plankton biomass was the highest. La Niña event conditions seem to have influenced the distribution of indicator organisms, although the presence of *Ceratium breve*, an indicator of Surface Equatorial Waters (SEW), at 150 nm off Chimbote and Callao, showed delays from previous incursions. PCA showed that temperature was the parameter of greatest contribution of axis 1 and latitude was for axis 2. This analysis defined groups that coincided with the presence of a single water mass indicator.

KEYWORDS: phytoplankton, indicator organisms, marine environment, autumn 2007

1. INTRODUCCIÓN

El fitoplancton es el productor primario base de la cadena alimenticia en el medio acuático, presenta alta variabilidad asociada a los cambios ambientales, por lo que se hace necesario intensificar las investigaciones en periodos en que normalmente no se presentan cruceros multidisciplinarios como es la estación de otoño.

Durante abril 2007 se observó que la temperatura superficial del mar (TSM) en el Pacífico Ecuatorial Occidental presentó anomalías ligeramente positivas (+0,3 °C), mientras que en la parte oriental, éstas fueron negativas (-1,3 °C). Además continuaron, en la costa sudamericana, anomalías negativas sub-superficiales, manteniendo condiciones frías en toda la costa peruana. Se espera desde mayo a julio que las condiciones atmosféricas y oceanográficas continúen siendo frías frente a la costa peruana (Comunicado oficial N°04/2007 –ENFEN).

1. INTRODUCTION

Phytoplankton is the primary base producer of the food chain in the aquatic environment. It has high variability associated with environmental changes; therefore, it is necessary to intensify research in periods when there are no multidisciplinary cruises such as the autumn season.

In April 2007, sea surface temperature (SST) in the Western Equatorial Pacific was observed to have slightly positive anomalies (+0.3 °C), while in the eastern part these anomalies were negative (-1.3 °C). In addition, negative sub-surface anomalies continued along the South American coast, maintaining cold conditions along the Peruvian coast. It is expected that from May to July the atmospheric and oceanographic conditions will continue to be cold off the Peruvian coast (Official communiqué N°04/2007 –ENFEN).

1 IMARPE, DGIOCC, Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria, soniasan@imarpe.gob.pe

En ese entorno se planteó la ejecución del crucero de evaluación del recurso calamar gigante, para conocer las condiciones bioceanográficas y meteorológicas frente a la costa norte del Perú, determinar la existencia de cambios y evolución de La Niña (LN), el impacto en el recurso calamar gigante y en la comunidad fitoplanctónica. En este artículo se dan a conocer las características del fitoplancton a nivel superficial además de incluir las interrelaciones con algunos parámetros ambientales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El crucero de evaluación del calamar gigante y condiciones ambientales, se efectuó entre el 30 de mayo y 12 de junio 2007 a bordo del BIC Humboldt, desde Callao (12°00'S) hasta Paita (5°00'S), con cobertura máxima de 200 mn de la costa.

Se recolectó fitoplancton en las secciones Callao, Chimbote, Punta Falsa y Paita, totalizando 21 muestras (Fig. 1). Se efectuaron arrastres superficiales con red estándar (75 µm) durante 5 minutos y a velocidad promedio de 2,5 nudos.

Los volúmenes de plancton se obtuvieron por centrifugación, según las pautas recomendadas por UNESCO (1981).

Las muestras se analizaron considerando los componentes principales del plancton, a los cuales se les otorgó valores convencionales según lo descrito por ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985).

Se realizó la determinación taxonómica de los organismos del fitoplancton con la consulta de trabajos especializados, tales como HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), BALECH (1988), THRÖNDSSEN (1993), HASLE & SYVERTSEN (1996) y STEIDINGER & TANGEN (1996).

Las estaciones que presentaron indicadores se seleccionaron para el análisis de componentes principales (ACP). La información física (temperatura, salinidad) y química (oxígeno, pH, clorofila "a") fue proporcionada por las Unidades correspondientes. Para este análisis se empleó el paquete PC-ORD para Windows ver. 4.10.

In this context, the execution of the jumbo flying squid assessment cruise was proposed to know the bio-oceanographic and meteorological conditions off the Peruvian northern coast, as well as to determine the existence of changes and evolution of La Niña (LN) and its impact on the jumbo flying squid resource and on the phytoplankton community. In this paper, the characteristics of surface phytoplankton are presented, as well as the interrelations with some environmental parameters.

2. MATERIAL AND METHODS

Between May 30 and June 12, 2007, the jumbo flying squid and environmental conditions assessment cruise took place on board R/V Humboldt. It sailed from Callao (12°00'S) to Paita (5°00'S), with maximum coverage of 200 nm from the coast.

Phytoplankton was collected in Callao, Chimbote, Punta Falsa, and Paita sections totaling 21 samples (Fig. 1). Surface trawls were carried out with standard nets (75 µm) for 5 minutes at a mean speed of 2.5 knots.

Plankton volumes were obtained through centrifugation, according to the guidelines recommended by UNESCO (1981).

The samples were analyzed by considering the main components of plankton, which were given conventional values as described by ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985).

Specialized works such as HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), BALECH (1988), THRÖNDSSEN (1993), HASLE & SYVERTSEN (1996) and STEIDINGER & TANGEN (1996) were consulted for the taxonomic determination of phytoplankton organisms.

The stations that presented indicators were selected for the principal components analysis (PCA). Physical information (temperature, salinity) and chemical information (oxygen, pH, chlorophyll "a") were provided by the corresponding Units. The PC-ORD package for Windows ver. 4.10 was used for this analysis.

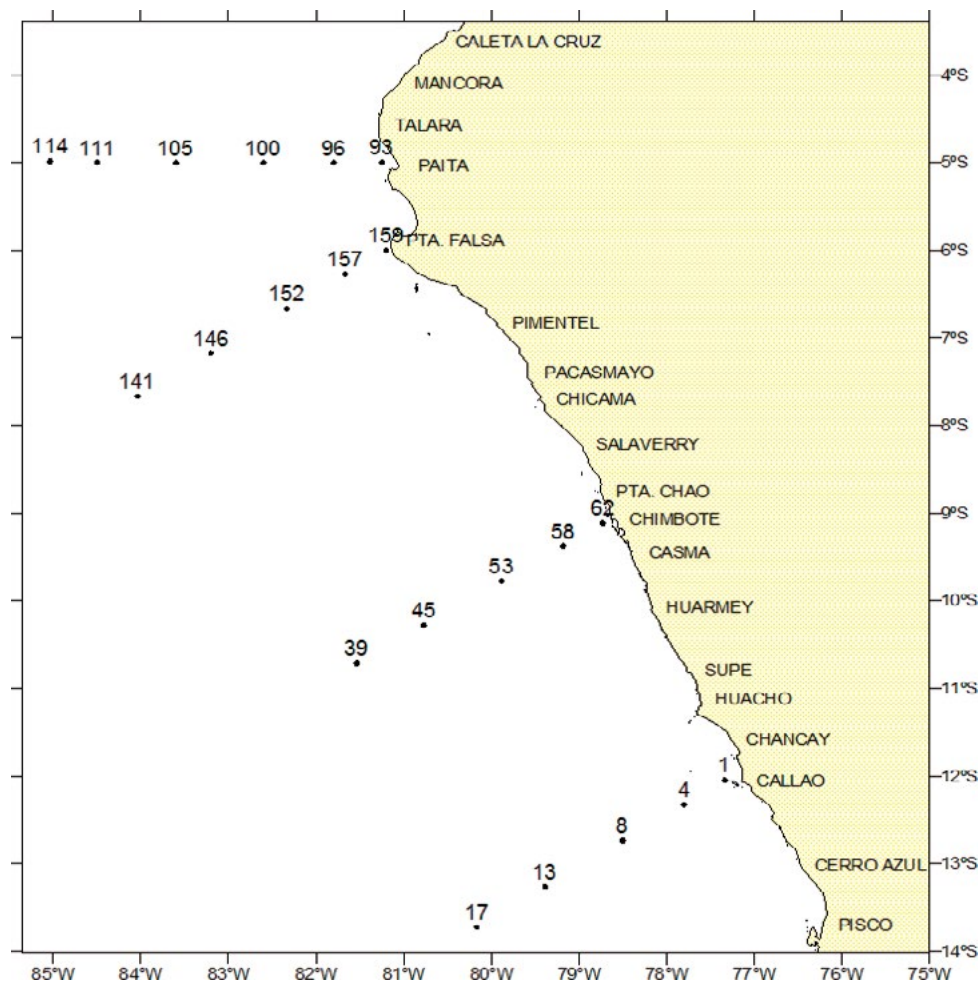


Figura 1.- Carta de estaciones. Cr. Calamar gigante 0705-06. BIC Humboldt

Figure 1. Plotting chart. Jumbo flying squid cruise 0705-06. R/V Humboldt

3. RESULTADOS

VOLÚMENES DE PLANCTON Y COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA

Los volúmenes de plancton oscilaron de 0,18 mL/m³ a 9,56 mL/m³, originando un promedio de 1,63 mL/m³, el 62% presentó valores menores a 1,0 mL/m³. La zona de biomasa máxima (7,0 mL/m³) se registró en Chimbote, apreciándose disminución de la misma a mayores distancias de costa (Fig. 2).

En relación a los componentes del plancton, se observó mayor representatividad del zooplancton en 43% de las estaciones, mientras que el fitoplancton lo hizo en el 23%. El primero se ubicó principalmente en la parte oceánica y el segundo en casi todas las estaciones costeras, alcanzando su mayor amplitud en el Callao (Fig. 2). Ambos grupos compartieron predominio en el 33% restante, con una distribución muy variada en las secciones.

3. RESULTS

PLANKTON VOLUMES AND PHYTOPLANKTON COMMUNITY

Plankton volumes ranged from 0.18 mL/m³ to 9.56 mL/m³, resulting in a mean of 1.63 mL/m³, and 62% had values less than 1.0 mL/m³. The maximum biomass zone (B_{max}) (7.0 mL/m³) was recorded in Chimbote, with a decrease observed at greater distances from the coast (Fig. 2).

Regarding plankton components, greater representativeness of zooplankton was observed in 43% of stations, while phytoplankton did so in 23% of them. The first one was located mainly in the oceanic part and the second one in almost all the coastal stations, reaching its greater amplitude in Callao (Fig. 2). Both groups shared predominance in the remaining 33%, with a very varied distribution in the sections.

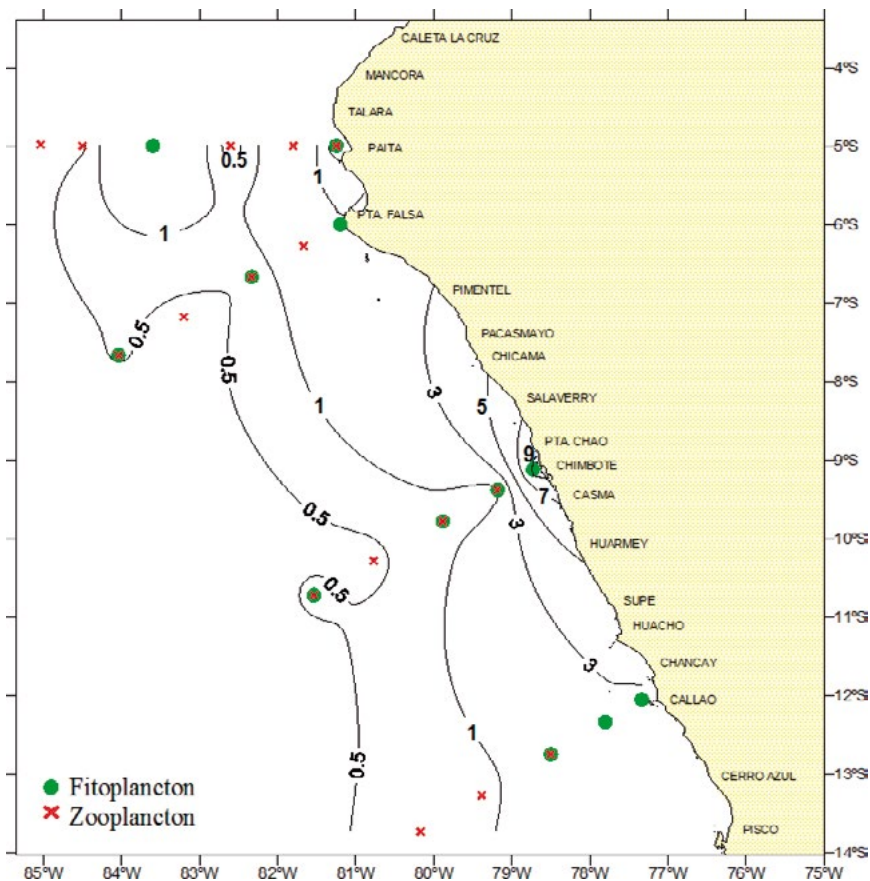


Figura 2.- Volúmenes de plancton (red de fitoplancton) mL/m³. Cr. Calamar gigante 0705-06. BIC Humboldt

Figure 2. Plankton volumes (phytoplankton net) mL/m³. Jumbo flying squid cruise 0705-06. R/V Humboldt

El predominio del fitoplancton se detectó dentro de las 30 mn; sin embargo, en Paita se reportó como escaso.

La mayor presencia de diatomeas de alta tasa de reproducción estuvo en el Callao donde fueron abundantes *Skeletomena costatum* (Greville), *Thalassionema frauenfeldii* (Grunow) y *Chaetoceros* spp. Al norte de 6°S se encontraron, aunque poco abundantes, especies centrales como *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg; *C. wailessi* Gran & Angst y *Actinocyclus* sp., a distancias mayores a 60 mn las especies termófilas *Chaetoceros radicans* Schütt y *Lioloma delicatulum* (Cupp).

Los dinoflagelados fueron escasos, con mayor representatividad al sur de los 7°S, excepto *Ceratium tripos* que alcanzó a ser abundante en Chimbote. Organismos que ocasionan mareas rojas como *Ceratium furca* (Ehrenberg) y *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) también destacaron, pero sin ocasionar ese fenómeno.

Phytoplankton predominance was detected within 30 nm, although in Paita, it was reported as scarce.

The largest presence of high reproductive rate diatoms was in Callao where *Skeletomena costatum* (Greville) Cleve, *Thalassionema frauenfeldii* (Grunow) Tempère & Peragallo and *Chaetoceros* spp. were abundant. North of 6°S, central species such as *Coscinodiscus perforatus* Ehrenberg; *C. wailessi* Gran & Angst and *Actinocyclus* sp. were found, although not very abundant, as well as thermophilic species *Chaetoceros radicans* Schütt and *Lioloma delicatulum* (Cupp), at distances greater than 60 nm.

Dinoflagellates were scarce, with greater representativeness south of 7°S, except for *Ceratium tripos* which became abundant in Chimbote. Red tide organisms such as *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann and *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) also stood out, but without causing this phenomenon.

Las especies termófilas *Lioloma pacificum* (Cupp), *Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow y *Chaetoceros rostratus* Ralfs, se encontraron lejos de la costa al norte de 6°S y en forma esporádica cerca de la costa en Chimbote y Callao. Lejos de costa estuvieron las diatomeas *Planktoniella sol* (Wallich), *Chaetoceros* spp.; los dinoflagelados presentaron mayor riqueza de especies siendo los más frecuentes *Goniodoma polyedricum* (Pouchet); *Ceratium gibberum* Gourret; *C. ranipes* Cleve; *Pyrocystis* spp. (Schütt); *Dinophysis tripos* Gourret; *D. mitra* (Schütt), entre otros. El zooplancton tuvo mayor predominio a distancias mayores de 60 mn, con los copépodos como el grupo más abundante, asociado a nauplios, apendicularias y huevos reportados como escasos.

Thermophilic species were recorded with higher incidence far from the coast and north of 6°S *Lioloma pacificum* (Cupp), *Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow, and *Chaetoceros rostratus* Ralfs were sporadic near the coast and they were found in Chimbote and Callao. Diatoms *Planktoniella sol* (Wallich), *Chaetoceros* spp. were located far from the coast. Dinoflagellates exhibited a greater species richness and the most frequent were *Goniodoma polyedricum* (Pouchet), *Ceratium gibberum* Gourret; *C. ranipes* Cleve; *Pyrocystis* spp. (Schütt); *Dinophysis tripos* Gourret; *D. mitra* (Schütt), among others. Zooplankton had more predominance at distances over 60 nm, with copepods as the most abundant group, which were associated with nauplii, appendicularia, and eggs reported as scarce.

DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL DE LOS VOLÚMENES PROMEDIO DE PLANCTON

LATITUDINAL DISTRIBUTION OF MEAN PLANKTON VOLUMES

Los valores promedio presentaron el mismo rango dado en los volúmenes de plancton registrados dentro de las 30 mn. El mayor valor (9,56 mL/m³) se registró entre 9 y 10°S donde el fitoplancton fue el principal grupo.

The mean values had the same range as given in the plankton volumes recorded within 30 nm. The highest value (9.56 mL/m³) was recorded between 9 and 10°S where phytoplankton was the main group.

Entre 30 y 60 mn los valores disminuyeron de norte a sur, excepto entre 12 y 13°S donde alcanzó un promedio de 3,0 mL/m³. A distancias mayores de 60 mn, estos promedios no superaron los 2,0 mL/m³ (Fig. 3).

Between 30 and 60 nm, the values decreased from north to south, except between 12 and 13°S where it reached a mean of 3.0 mL/m³. At distances greater than 60 nm, these averages did not exceed 2.0 mL/m³ (Fig. 3).

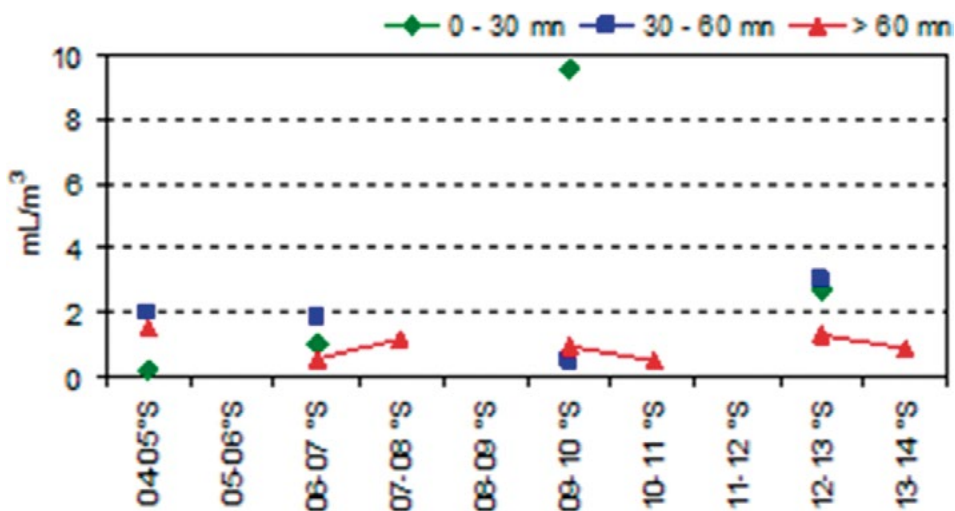


Figura 3.- Distribución latitudinal del promedio de volúmenes de plancton (red de fitoplancton) mL/m³. Cr. Calamar gigante 0705-06. BIC Humboldt

Figure 3. Latitudinal distribution of mean plankton volumes (phytoplankton net) mL/m³. Jumbo flying squid cruise 0705-06. R/V Humboldt

ORGANISMOS INDICADORES DE MASAS DE AGUA

Los indicadores biológicos de masas de agua determinados fueron:

Ceratium breve (Ostenfeld & Schmidt), indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se localizó a distancias mayores de 80 mn en Paita y Punta Falsa, donde alcanzó su mayor amplitud. Este organismo también fue determinado a 150 mn de Chimbote y Callao (Fig. 4).

Ceratium praelongum (Lemmermann), indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) estuvo en la zona oceánica de la sección Paita, Chimbote y Callao. Al sur de los 10°S, en la misma latitud y distancia de la costa se registró *C. breve*.

Protoperidinium obtusum (Karsten), indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) se localizó muy costero en Paita, mientras que en Chimbote y Callao amplió su distribución de 30 a 150 mn (Fig. 4).

INDICATOR ORGANISMS OF WATER MASSES

The identified biological indicators of water masses were:

Ceratium breve (Ostenfeld & Schmidt), an indicator of Surface Equatorial Waters (SEW), was located at distances greater than 80 nm in Paita and Punta Falsa, where it reached its greatest amplitude. This organism was also determined at 150 nm from Chimbote and Callao (Fig. 4).

Ceratium praelongum (Lemmermann), an indicator of Surface Subtropical Waters (SSW), was in the oceanic zone of the Paita, Chimbote, and Callao sections. South of 10°S, at the same latitude and distance from the coast, *C. breve* was recorded.

Protoperidinium obtusum (Karsten), an indicator of Cold Coastal Waters (CCW), was located very near to the coast in Paita, while in Chimbote and Callao it expanded its distribution from 30 to 150 nm (Fig. 4).

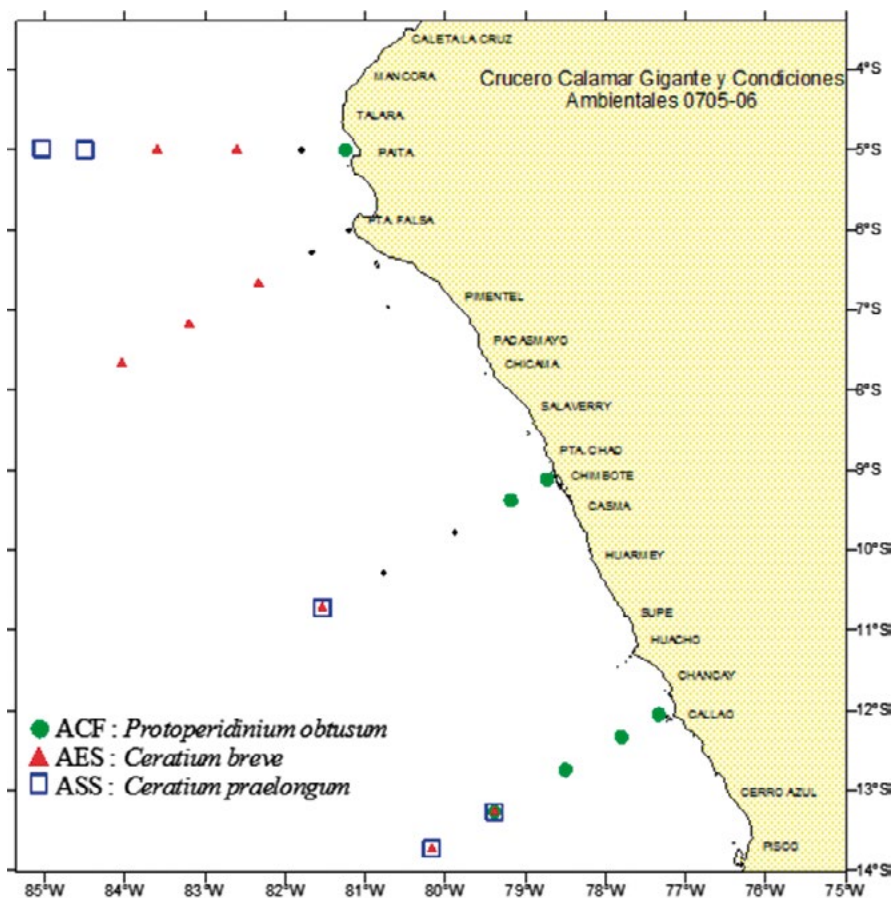


Figura 4.- Distribución de Indicadores de masas de agua. Cr. 0705-06. BIC Humboldt

Figure 4. Distribution of indicators of water masses. Cr. 0705-06. R/V Humboldt

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

El mayor coeficiente de correlación fue -0,79 que asoció a los parámetros de posición (latitud y longitud) el menor fue entre pH y longitud (r=0,065).

Este análisis permitió observar que los dos primeros ejes explicaron el 75% de la variación, con la temperatura, oxígeno, longitud y latitud como las variables mejor relacionadas con estos ejes (Tabla 1).

Se definieron cuatro grupos, tres de ellos caracterizados por la presencia de solo un indicador (Fig. 5). El grupo donde predominó *P. obtusum* (ACF) tuvo relaciones positivas con el eje 1; además de registrar salinidades entre 34,960 y 35,057 ups y valores de clorofila "a" superiores a 2 µg/L. El grupo de *C. breve* (AES) reportó relación negativa con el eje 1 y positiva con el 2, excepto las estaciones 62, 93 y 100 que presentaron valores positivos en ambos ejes. Aquí se agruparon las estaciones con las mayores longitudes (> 82°S) y con un rango halino de AES y de ASS.

PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS (PCA)

The highest correlation coefficient was -0.79 which associated the position parameters (latitude and longitude), the lowest was between pH and longitude (r= 0.065).

This analysis showed that the first two axes explained 75% of the variation, with temperature, oxygen, longitude, and latitude as the variables best related to these axes (Table 1).

A total of four groups were defined, three of them characterized by the presence of only one indicator (Fig. 5). The group where *P. obtusum* (CCW) was predominant had positive relations with axis 1. In addition, salinities between 34.960 and 35.057 ups and chlorophyll "a" values higher than 2 µg/L were recorded. *C. breve*'s group (SEW) reported a negative relationship with axis 1 and a positive relationship with axis 2, except for stations 62, 93, and 100, which had positive values in both axes. The stations with the longest lengths (> 82°S) and with a haline range of SEW and SSW were grouped here.

Tabla 1.- Coeficientes del ACP. Cr. 0705-06. BIC Humboldt

Table 1. PCA coefficients. Cr. 0705-06. R/V Humboldt

Variables	Eje (Axis) 1	Eje (Axis) 2
Latitud (°S)	0,06	-0,67
Longitud (°W)	-0,37	0,50
Temperatura (°C)	-0,53	0,02
Salinidad (ups)	-0,34	-0,12
Oxígeno (mL/L)	-0,40	-0,25
pH	-0,37	-0,42
Clorofila "a" (µg/L)	0,38	-0,16
Varianza (%)	46,7	28,5
Varianza acum. (%)	46,7	75,2

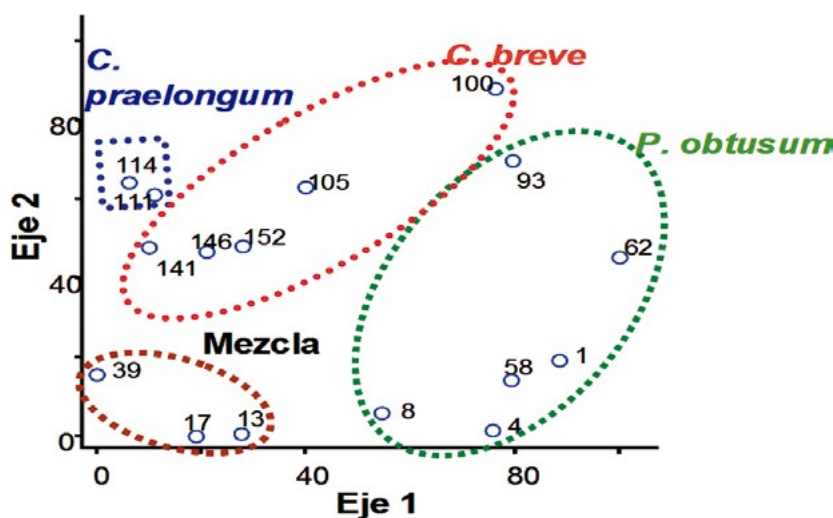


Figura 5.- Análisis de Componente Principal (ACP) y los indicadores de masas de agua. Cr. 0705-06. BIC Humboldt

Figure 5. Principal components analysis (PCA) and indicators of water masses. Cr. 0705-06. R/V Humboldt

Las estaciones del grupo “mezcla”, reportaron varios indicadores (Ests. 13, 17 y 39) y su relación con ambos ejes fue negativa. Presentaron valores de pH mayores a 8,15.

4. DISCUSIÓN

SÁNCHEZ (2000) menciona que en general, los máximos del fitoplancton se registran en primavera y eventualmente en otoño. CHANG *et al.* (2001) indican que en el otoño 2000 el valor medio fue 0,9 mL/m³ y durante 1999 no superó el 1,0 mL/m³, periodo considerado por presentar temperaturas ligeramente bajas por debajo del promedio (MORÓN & CRISPIN 1999). En los meses de otoño del 2007 el promedio alcanzado fue 1,63 mL/m³, valor superior a todos los registrados en esta estación del año; no obstante la escasa información, estos resultados pudieron estar asociados al evento LN que se estuvo presentando en la costa peruana (ENFEN 2007, MORÓN *et al.* 2011).

En relación a los grupos del plancton, se apreció predominancia del zooplancton en el 2000 y 2007, con disminución porcentual en el último año, sin embargo existieron diferencias en la composición ya que en el otoño 2000 la comunidad estuvo tipificada por dinoflagelados cosmopolitas (CHANG *et al.* 2001) y en otoño 2007 lo hicieron las diatomeas, encontrándose dinoflagelados básicamente en la parte oceánica. Esta distribución en la comunidad estaría influenciada por el fuerte afloramiento registrado a lo largo del litoral (IMARPE 2007).

Por otro lado, se conoce que la sucesión fitoplanctónica presenta especies relacionadas al afloramiento costero, lo cual permite evaluar su normal evolución durante el año. Así se tuvo especies de alta tasa de reproducción registradas en el Callao como consecuencia del afloramiento costero que favoreció su presencia (*Skeletonema costatum* Cleve, *Chaetoceros* spp.) dentro de las 30 mn y que coincidió con concentraciones altas de clorofila “a” en esa zona.

La distribución de las masas de agua puede ser analizada desde un punto de vista biológico con el seguimiento de indicadores del plancton. CHANG *et al.* (2001) encontraron que *C. breve* (AES) estuvo al norte de Punta Falsa, abarcando toda la sección, indicando condiciones casi normales según parámetros oceanográficos (GRADOS *et al.* 2001).

The stations of the “mix” group reported several indicators (Stations 13, 17, and 39) and their relationship with both axes was negative. They showed pH values greater than 8.15.

4. DISCUSSION

SÁNCHEZ (2000) mentions that in general, phytoplankton peaks are recorded in spring and possibly in autumn. CHANG *et al.* (2001) indicate that in autumn 2000 the mean value was 0.9 mL/m³ and in 1999 it did not exceed 1.0 mL/m³, a period considered to have slightly lower than mean temperatures (MORÓN & CRISPIN 1999). In autumn 2007, the mean reached was 1.63 mL/m³, a value higher than all those recorded in this season for previous years. Despite the scarce information, these results could be associated to the LN event that was occurring in the Peruvian coast (ENFEN 2007, MORÓN *et al.* 2011).

Regarding the plankton groups, zooplankton predominance was observed in 2000 and 2007, with a percentage decrease in the last year, however, there were differences in the composition since in autumn 2000 the community was characterized by cosmopolitan dinoflagellates (CHANG *et al.* 2001) and in autumn 2007 the diatoms did it, occurring dinoflagellates basically in the oceanic part. This distribution in the community would be influenced by the strong upwelling along the coast (IMARPE 2007).

On the other hand, it is known that the phytoplanktonic succession presents species related to the coastal upwelling, which allows us to assess its normal evolution throughout the year. Thus, there were species with a high reproduction rate registered in Callao because of the coastal upwelling that favored their presence (*Skeletonema costatum* Cleve, *Chaetoceros* spp.) within 30 nm and coincided with high concentrations of chlorophyll “a” in that area.

The distribution of water masses can be analyzed from a biological point of view through the monitoring of plankton indicators. CHANG *et al.* (2001) found that *C. breve* (SEW) was north of Punta Falsa, covering the entire section, which indicated almost normal conditions according to oceanographic parameters (GRADOS *et al.* 2001).

Aunque la presencia de LN ha sido evidente en el área evaluada, las condiciones frías predominantes se registraron dentro de las 120 mn asociadas a la surgencia, producto de la intensificación y persistencia de los vientos. Por fuera de las 160 mn al sur de Punta Falsa se registraron condiciones cálidas asociadas a la presencia de ASS. Bajo estas condiciones, *Ceratium praelongum* indicador de ASS, tuvo una distribución normal de acuerdo con las condiciones ambientales registradas, sin embargo *Ceratium breve* (AES) fue determinado al sur por fuera de su distribución normal, observándose a 150 mn frente al perfil Callao, masa de agua que no se detectó por los parámetros oceanográficos (IMARPE 2007). Esta situación se debería a un rezago de esta masa de agua que habría incursionado meses anteriores. La presencia de *P. obtusum* (ACF) alcanzó una distribución latitudinal similar a la del año 2000 (CHANG *et al.* 2001); sin embargo, como consecuencia de LN, durante el crucero presentó mayor distribución en el Callao.

El análisis de componentes principales permitió ver la estrecha relación entre los parámetros físico-químicos y la presencia de indicadores del plancton, donde la temperatura y la distribución latitudinal serían los parámetros que mejor explicaron la agrupación de las estaciones.

5. CONCLUSIONES

La media del volumen planctónico fue 1,63 mL/m³, y la comunidad presentó especies de alta tasa de reproducción en la costa con mayor representatividad de organismos termófilos lejos de costa como consecuencia del ambiente frío de LN.

La temperatura y distribución latitudinal fueron los parámetros que mejor explicaron la agrupación de las estaciones asociadas a indicadores del plancton.

Agradecimientos

Las autoras desean expresar su agradecimiento al personal del LFPP, por el análisis de las muestras y elaboración de los gráficos, así mismo a los Ing. Noel Domínguez y José Tenorio, por la información de las condiciones ambientales.

Although the presence of LN has been evident in the surveyed area, the prevailing cold conditions were recorded within 120 nm, which were associated with the upwelling, as a result of the intensification and lingering winds. Outside 160 nm south of Punta Falsa, warm conditions associated with the presence of SSW were recorded. Under such conditions, *Ceratium praelongum*, an indicator of SSW, had a normal distribution according to the registered environmental conditions, however, *Ceratium breve* (SEW) was determined to the south, outside its normal distribution, and was observed at 150 nm off Callao profile, a water mass that was not detected by oceanographic parameters (IMARPE 2007). This situation would be due to the remnants of this water mass that would have entered in previous months. The presence of *P. obtusum* (CCW) reached a latitudinal distribution analogous to that of 2000 (CHANG *et al.* 2001). Nonetheless, it had a greater distribution in Callao during the cruise due to the LN event.

The principal components analysis allowed us to observe the close relationship between the physical-chemical parameters and the presence of plankton indicators, where temperature and latitudinal distribution would be the parameters that best explained the grouping of the stations.

5. CONCLUSIONS

The mean planktonic volume was 1.63 mL/m³, and the community exhibited high reproductive rate species on the coast with a greater representation of thermophilic organisms far from the coast due to the LN cold environment.

Latitudinal temperature and distribution were the parameters that best explained the grouping of stations which were associated with plankton indicators.

Acknowledgments

The authors wish to express their gratitude to the staff of the Laboratory of Phytoplankton and Primary Production for the analysis of the samples and elaboration of the graphs, as well as to engineers Noel Domínguez and José Tenorio, for the information on the environmental conditions.

6. REFERENCIAS / REFERENCES

- BALECH E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanog. España. 310 pp.
- CHANG F, SÁNCHEZ S, DELGADO E, VILLANUEVA P, FERNÁNDEZ C. 2001. El fitoplancton en superficie del mar peruano durante el otoño 2000. Inf Inst Mar Perú. 163: 43 - 46.
- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5: 1 - 237.
- ENFEN. 2007. Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. Informe Técnico: 15 pp.
- GRADOS M, LOARTE D, ALEGRE R. 2001. Condiciones oceanográficas frente a las costas del Perú en mayo 2000. Inf Inst Mar Perú. 163: 7 - 18.
- HASLE G E, SYVERTSEN E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (Ed.). Identifying Marine Phytoplankton. Chapter 2. Academic Press, Inc. San Diego. 5 - 385 pp.
- HENDEY I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery Office, London. 317 pp.
- HUSTEDT F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands. Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In: L. Rabenhorst (ed.). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akad. Verlagsges. Leipzig. Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971. 920 pp.
- IMARPE. 2007. Crucero Calamar Gigante y las Condiciones Ambientales 0705-06. BIC Humboldt (30 mayo- 13 junio 2007). Informe Ejecutivo Callao - Paíta.
- MORÓN O, CRISPÍN C A. 1999. Temperatura y salinidad durante la prospección pesquera de reclutamiento de recursos pelágicos LP IMARPE V 9906. Inf Inst Mar Perú. N° 149. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/1863>
- MORÓN O, DOMÍNGUEZ N, SARMIENTO M. 2011. Aspectos oceanográficos en primavera 2007: Crucero bentodemersal B/O Miguel Oliver 0709-10. Inf Inst Mar Perú. 38(1): 143 - 151
- ROJAS DE MENDIOLA B, GÓMEZ O, OCHOA N. 1985. Efectos del Fenómeno El Niño sobre el fitoplancton. En: El Niño. Su impacto en la fauna marina. Arntz., W. A. Landa y J. Tarazona (Eds.). Bol. Extraordinario Inst Mar Perú. 33 - 40.
- SÁNCHEZ S. 2000. Variación estacional e interanual de la biomasa fitoplanctónica y concentraciones de clorofila a, frente a la costa peruana durante 1976 - 2000. Bol Inst Mar Perú. 19(1-2): 29 - 43.
- SCHILLER J. 1971. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Tell. In: L. Rabenhorst (ed.). Kryptogamen-Flora von Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York. Vol. 10 Section 3, Part 1: 617 pp.
- SOURNIA A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. Vie et Milieu. 18 (2A-A): 375 - 580.
- STEIDINGER K, TANGEN K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Phytoplankton. Chapter 3. Academic Press, Inc. San Diego. 387 - 584 pp.
- SUNDSTRÖM B. 1986. The Marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Doctoral Thesis. Lund, Sweden. 196 pp.
- THRÖNDSSEN J. 1993. The Planktonic Marine Flagellates. In Tomas C (Ed). Marine Phytoplankton a guide to naked flagellates and coccolithophorids. Cap. 2. Academic Press, Inc. San Diego. 7-145 pp.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre ciencias del mar. 11: 25 - 26.