

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 34, Número 1



Enero - Junio 2019
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

CARACTERÍSTICAS DEL MICROFITOPLANCTON DE VERANO DURANTE EL CRUCERO DE RECURSOS PELÁGICOS 0702-04

SUMMER MICROPHYTOPLANKTON CHARACTERISTICS DURING THE PELAGIC RESOURCES CRUISE 0702-04

Flor Chang¹Avy Bernales¹Sonia Sánchez¹

RESUMEN

CHANG F, BERNALES A, SÁNCHEZ S. 2019. Características del microfitoplancton de verano durante el crucero de recursos pelágicos 0702-04. *Bol Inst Mar Perú*. 34(1): 15-24.- Se recolectaron 114 muestras, utilizando una red de fitoplancton con 75 micras de abertura. Los volúmenes de plancton fluctuaron entre 0,02 y 3,78 mL.m⁻³, dando un promedio general de 0,43 mL.m⁻³, las mayores concentraciones se registraron entre 4 y 5°S. El microfitoplancton estuvo conformado por diatomeas centrales de fases intermedias de la sucesión y especies de afloramiento destacando por sus abundancias *Coscinodiscus perforatus*, *Actinocyclus* sp., *Thalassiosira subtilis*, *Detonula pumila* y *Chaetoceros debilis*, así como dinoflagelados cosmopolitas. Se observaron mareas rojas ocasionadas por *Mesodinium rubrum* (Pisco) y el dinoflagelado *Akashiwo sanguinea* (Huacho). *Ceratium praelongum*, indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y *C. breve*, indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) fueron determinados frente a Pimentel y Huarney, principalmente por fuera de las 60 mn, con un máximo acercamiento a costa de *C. praelongum* frente a Atico. El indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), *Protoperidinium obtusum*, se encontró dentro de la franja costera, excepto frente a Malabrigo, Callao y Pisco donde llegó a las 60 mn.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, composición, indicadores biológicos, verano 2007

ABSTRACT

CHANG F, BERNALES A, SÁNCHEZ S. 2019. Summer microphytoplankton characteristics during the pelagic resources cruise 0702-04. *Bol Inst Mar Peru*. 34(1): 15-24.- A total of 114 samples were collected using phytoplankton net (75 µm). The plankton volumes fluctuated between 0.02 and 3.78 mL.m⁻³ and resulted in a general average of 0.43 mL.m⁻³. The greatest concentrations ranged between 4 and 5°S. The microphytoplankton was composed by central diatoms belonging to the intermediate phases succession and upwelling species (*Coscinodiscus perforatus*, *Actinocyclus* sp., *Thalassiosira subtilis*, *Detonula pumila* y *Chaetoceros debilis*), associated with cosmopolitan dinoflagellates. Red tides produced by *Akashiwo sanguinea* (Huacho) and ciliate *Mesodinium rubrum* (Pisco) were registered. *Ceratium praelongum*, Surface Subtropical Waters (SSW) indicator, and *C. breve*, Surface Equatorial Waters (SEW) indicator, were found off Pimentel and Huarney, mainly out of 60 nm, with a maximum approach to coast by *C. praelongum* off Atico. *Protoperidinium obtusum*, Cold Coastal Waters (CCW) indicator, was found within the coastal area, except in Malabrigo, Callao and Pisco where its distribution reached 60 nm.

KEYWORDS: phytoplankton, composition, biological indicator, summer 2007

1. INTRODUCCIÓN

El fitoplancton es el primer eslabón de la cadena alimenticia y fundamental para que existan los niveles tróficos superiores, el cual se encuentra relacionado principalmente con aspectos físicoquímicos implicados en la distribución y abundancia de algunos recursos pelágicos que son de gran importancia en el manejo de las pesquerías, como es el caso de la anchoveta *Engraulis ringens*, que en condiciones oceanográficas normales representa el mayor porcentaje de los desembarques pesqueros a lo largo del litoral.

1. INTRODUCTION

Phytoplankton is the first link in the food chain and it is fundamental for the existence of higher trophic levels, which is mainly related to physical-chemical aspects involved in the distribution and abundance of some pelagic resources that are of great importance in the fisheries management, as in the case of the anchoveta *Engraulis ringens*, which in normal oceanographic conditions represents the largest percentage of fishing landings along the coast.

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

En los últimos años las condiciones bio-oceanográficas han mostrado alteraciones significativas en relación a su patrón de distribución normal, reportándose para el verano del 2006 volúmenes promedio de plancton inferiores a $0,5 \text{ mL.m}^{-3}$ (DELGADO & CHANG 2009) que estuvieron acorde con la disminución en la biomasa del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) a consecuencia de la menor disponibilidad de alimento.

DELGADO *et al.* (2015) indicaron para el año 2004 que el volumen promedio de plancton fue de $0,76 \text{ mL.m}^{-3}$, cuando las condiciones océano-atmosféricas, para ese periodo de estudio, señalaron condiciones con tendencia a la normalidad, lo que permitió que el fitoplancton se recuperara en un entorno favorable para su desarrollo.

En este informe se da a conocer la distribución en superficie de los volúmenes de plancton, composición especiológica y los indicadores biológicos asociados a las masas de agua.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos se efectuó desde Tacna a Tumbes, del 22 de febrero al 8 de abril 2007, con la participación de dos barcos de investigación científica: José Olaya y SNP 2, como complemento en los muestreos costeros se utilizó la L/P Imarpe VI.

Se analizaron 114 muestras de superficie (Fig. 1), recolectadas con red estándar de fitoplancton ($75 \mu\text{m}$) durante 5 minutos a 3 nudos de velocidad. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada, siguiendo las pautas descritas en THRÖNDSSEN (1978).

La metodología empleada para la obtención de las muestras fue descrita en anteriores evaluaciones, basándose en las recomendaciones de la Reunión del Programa de Plancton (UNESCO 1981).

Las muestras de red se analizaron semicuantitativamente, considerando los principales grupos del plancton, otorgando a los organismos más representativos, valores convencionales de acuerdo a su abundancia, según metodología de IMARPE.

In recent years, bio-oceanographic conditions have shown significant alterations in relation to its normal distribution pattern, with mean plankton volumes lower than 0.5 mL.m^{-3} (DELGADO & CHANG 2009) being reported for summer 2006, which were in accordance with the decrease in the biomass of the resource (*Engraulis ringens*) as a consequence of the lower availability of food.

DELGADO *et al.* (2015) indicated for the year 2004 the mean plankton volume was 0.76 mL.m^{-3} , when the ocean-atmospheric conditions of that study period, denoted conditions with a tendency to normality, allowing the phytoplankton to recover in an environment that was favorable for its development.

This report presents the surface distribution of plankton volumes, species composition, and biological indicators associated with water masses.

2. MATERIAL AND METHODS

Between February 22 to April 8, 2007, the Pelagic Resources Hydroacoustic Assessment Cruise was carried out from Tacna to Tumbes with the participation of two scientific research vessels: José Olaya and SNP 2, the vessel Imarpe VI was used as a complement in the coastal samplings.

A total of 114 surface samples (Fig. 1), which were collected with a standard phytoplankton net ($75 \mu\text{m}$) for 5 minutes at a speed of 3 knots, were analyzed. The samples were preserved with neutralized formalin, following the guidelines described in THRÖNDSSEN (1978).

The methodology used to obtain the samples was described in previous assessments, based on the recommendations of the Plankton Program Meeting (UNESCO 1981).

According to IMARPE's methodology, the net samples were semi-quantitatively analyzed, by considering the main plankton groups and by awarding conventional values due to their abundance.

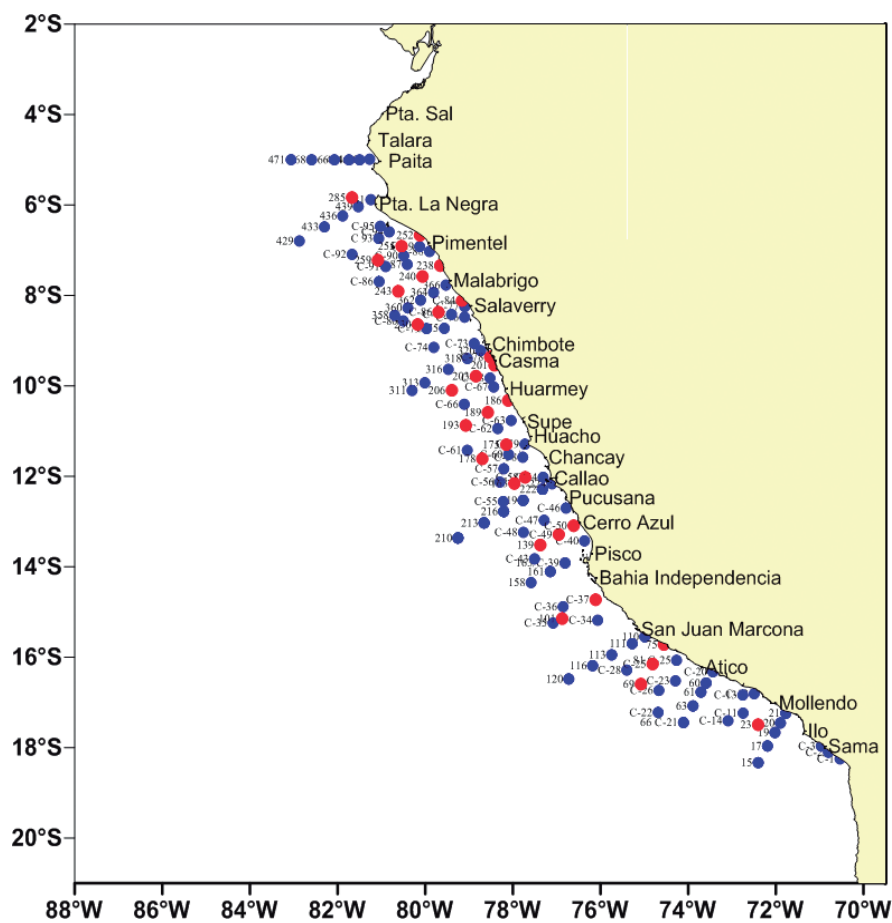


Figura 1.- Carta de posiciones. Cr. Evaluación de recursos pelágicos 0702-04.
BIC Olaya y SNP 2

Figure 1. Plotting chart. Pelagic resources Assessment Cruise 0702-04.
R/V Olaya and SNP 2

En la determinación taxonómica de los diferentes organismos del fitoplancton se emplearon los trabajos de HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), BALECH (1988), HASLE & SYVERTSEN (1966), STEIDINGER & TANGEN (1996) y THRÖNDSSEN (1993).

En la elaboración de las figuras y cartas de distribución se emplearon los programas Excel y Surfer (Version 8), respectivamente.

3. RESULTADOS

Distribución superficial de los volúmenes de plancton y composición del fitoplancton

La concentración de biomasa planctónica en superficie fluctuó entre $0,02 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ (Punta Caballas, Atico e Ilo) localizada entre 30 y 60 mn y $3,78 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ (San Juan) dentro de las 30 mn, el promedio general fue $0,43 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$. Más del 85%

The works of HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), BALECH (1988), HASLE & SYVERTSEN (1966), STEIDINGER & TANGEN (1996) and THRÖNDSSEN (1993) were consulted for the taxonomic determination of the different phytoplankton organisms.

Excel and Surfer software (Ver. 8), were used in the elaboration of the figures and plotting charts, respectively.

3. RESULTS

Surface distribution of plankton volumes and composition of the phytoplankton

Planktonic biomass concentration on the surface fluctuated between $0.02 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ (Punta Caballas, Atico, and Ilo) which was located between 30 and 60 nm and $3.78 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ (San Juan) within 30 nm, the mean was $0.43 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$.

de los volúmenes presentaron valores menores a 1 mL.m^{-3} . El rango de Temperatura Superficial del Mar (TSM) fluctuó entre $15,5$ y $27,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

El fitoplancton destacó en el 40% de las estaciones, localizándose principalmente en la franja costera entre Punta La Negra y Mollendo con zonas de mayor amplitud frente a Paita y Callao ($>90 \text{ mn}$). El zooplancton predominó en el 52% del área evaluada, siendo los más representativos el grupo de copépodos, nauplios y huevos; el fitoplancton fue el 48% (Fig. 2).

Se determinaron dos áreas con mayores valores de biomasa planctónica ($>3,0 \text{ mL.m}^{-3}$) localizados en la parte norte, frente a Paita y Salaverry y la segunda en el sur frente a San Juan, ambas localizadas dentro de las 30 mn y con predominio total del fitoplancton. También se determinaron núcleos de $2,0$ y $1,0 \text{ mL.m}^{-3}$ entre Pimentel y Huarmey ($>30 \text{ mn}$) y frente a Chala (60 mn).

More than 85% of the volumes had values less than 1 mL.m^{-3} . Sea Surface Temperature (SST) ranged between 15.5 and $27.8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Phytoplankton predominated in 40% of the stations, being located mainly in the coastal strip between Punta La Negra and Mollendo with wider zones off Paita and Callao ($>90 \text{ nm}$). Zooplankton predominated in 52% of the surveyed area, with copepods, nauplii, and eggs being the most representative group. Phytoplankton was predominant in 48% of the surveyed area (Fig. 2).

Two areas, with the highest plankton biomass values ($>3.0 \text{ mL.m}^{-3}$), were determined. The first one in the northern part, off Paita and Salaverry and the second one in the south, off San Juan, both located within 30 nm and with total predominance of phytoplankton. Nuclei of 2.0 and 1.0 mL.m^{-3} were also determined between Pimentel and Huarmey ($>30 \text{ nm}$) and off Chala (60 nm).

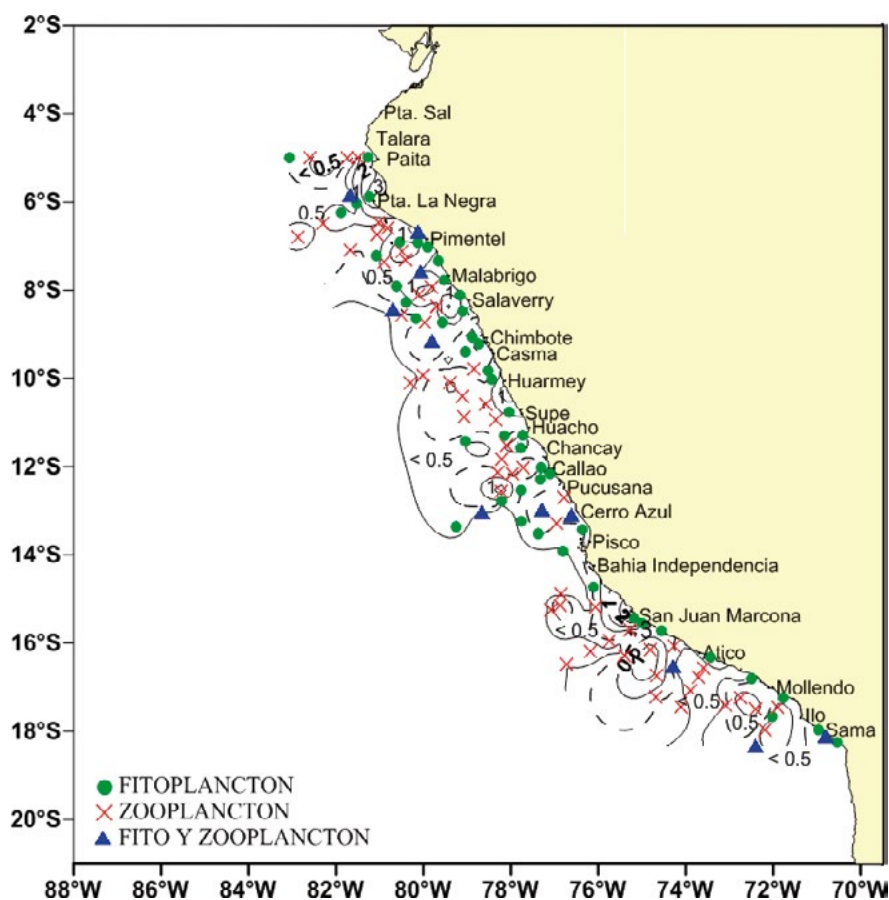


Figura 2.- Distribución de volúmenes de plancton (mL.m^{-3}). Cr. Evaluación de recursos pelágicos 0702-04. BIC Olaya y SNP 2

Figure 2. Distribution of plankton volumes (mL.m^{-3}). Pelagic Resources Assessment Cruise 0702-04. R/V Olaya and SNP 2

La composición de la flora planctónica, que caracterizó el periodo de verano, presentó mayor abundancia de diatomeas centrales *Coscinodiscus perforatus* Cleve y Möller, *Thalassiosira subtilis* Gran, *Chaetoceros debilis* Cleve, *Detonula pumila* Gran, *Actinocyclus* sp. y *Thalassiosira partheneia* Schrader, esta última especie considerada de aguas cálidas, estuvo mejor representada desde Paita a Salaverry por fuera de las 60 mn.

Los dinoflagelados, principalmente especies cosmopolitas, presentaron amplia distribución, aunque no se registraron abundancias notorias excepto para *Ceratium tripos* (30 y >60 mn) y *Protoperidinium depressum* (Bailey) (30 mn) frente a Callao.

Dentro de la composición de especies se observó, además, extensa presencia de organismos termófilos destacando por su abundancia las diatomeas *Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow (> 30 mn) al sur de Ilo y *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) frente a Cerro Azul (> 60 mn), asociado a la presencia de *Proboscia alata* f *indica*, *Rhizosolenia styliformis* Brightwell, *Planktoniella sol* (Wallich) y *Chaetoceros coarctatus* Lauder. Dinoflagelados termófilos también se localizaron a lo largo de la costa con mayor variedad al sur de 12°S, determinándose como presentes a *Ceratium azoricum* Cleve, *C. horrida* (Cleve), *C. gibberum* v *dispar*, *Gonyodoma polyedricum* (Pouchet), *Pyrocistis noctiluca* Murray ex Haeckel, entre otras.

Distribución latitudinal de los volúmenes de plancton

Los volúmenes promedios latitudinales de plancton estuvieron comprendidos entre 0,02 (30-60 mn) y 3,06 mL.m⁻³ (30 mn) (Fig. 3), observándose que los mayores valores, independiente de la distancia de la costa, se registraron entre 4 y 5°S.

Dentro de las 30 mn se determinaron concentraciones promedio más importantes en la parte norte, con valores de 3,05 (4 a 5°S), 2,01 (5 a 6°S) y 1,11 mL.m⁻³ (8 a 9°S) los cuales disminuyeron progresivamente en el sur, excepto entre 15 y 16°S donde se determinó un valor medio de 1,07 mL.m⁻³.

Entre 30 y 60 mn se obtuvo un máximo de 0,97 mL.m⁻³ (7 a 8°S) y hacia latitudes mayores (14 -15°S) el mínimo fue de 0,02 mL.m⁻³.

Planktonic flora composition, which characterized the summer period, showed greater abundance of central diatoms *Coscinodiscus perforatus* Cleve & Möller, *Thalassiosira subtilis* Gran, *Chaetoceros debilis* Cleve, *Detonula pumila* Gran, *Actinocyclus* sp., and *Thalassiosira partheneia* Schrader, this last so-called warm water species, was better represented from Paita to Salaverry outside 60 nm.

Dinoflagellates, mainly cosmopolitan species, were widely distributed, although no notable abundances were recorded except for *Ceratium tripos* (30 and >60 nm) and *Protoperidinium depressum* (Bailey) (30 nm) off Callao.

Within the species composition, there was also an extensive presence of thermophilic organisms, being the diatoms *Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow, (> 30 nm) to the south of Ilo, and *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze), off Cerro Azul (> 60 nm), the most abundant and which are associated with the presence of *Proboscia alata* f *indica*, *Rhizosolenia styliformis* Brightwell, *Planktoniella sol* (Wallich), and *Chaetoceros coarctatus* Lauder. Thermophilic dinoflagellates were also located along the coast showing the greatest variety south of 12°S, with *Ceratium azoricum* Cleve, *C. horrida* (Cleve), *C. gibberum* v *dispar*, *Gonyodoma polyedricum* (Pouchet), *Pyrocistis noctiluca* Murray ex Haeckel, among others, being determined as present.

Latitudinal distribution of plankton volumes

Mean latitudinal plankton volumes ranged from 0.02 (30-60 nm) to 3.06 mL.m⁻³ (30 nm) (Fig. 3) and the highest values, regardless of distance from the coast, were recorded between 4 and 5°S.

Within 30 nm, the most important mean concentrations were determined in the northern part, showing values of 3.05 (4 to 5°S), 2.01 (5 to 6°S) and 1.11 mL.m⁻³ (8 to 9°S) which progressively decreased in the south, except between 15 and 16°S where a mean value of 1.07 mL.m⁻³ was determined.

Between 30 and 60 nm, a maximum of 0.97 mL.m⁻³ (7 to 8°S) was obtained and towards higher latitudes (14 -15°S) the minimum was 0.02 mL.m⁻³.

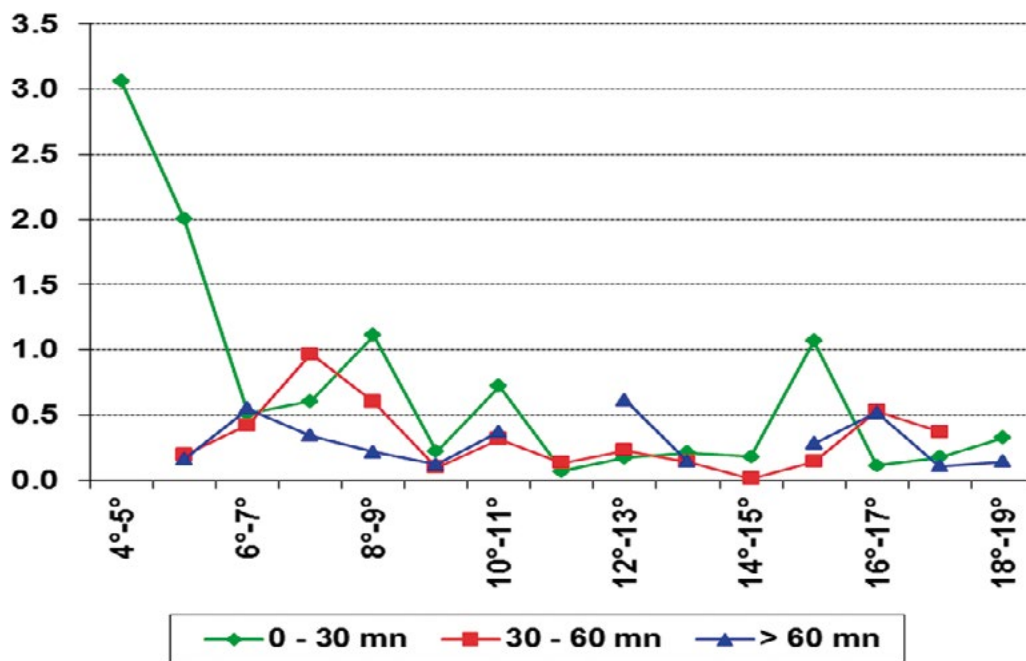


Figura 3.- Distribución latitudinal de volumen de plancton (mL.m⁻³). Cr. Evaluación de recursos pelágicos 0702-04. BIC Olaya y SNP-2

Figure 3. Latitudinal distribution of plankton volumes (mL.m⁻³). Pelagic Resources Assessment Cruise 0702-04. R/V Olaya and SNP-2

A distancias mayores a las 60 mn los valores promedios fueron menores a 0,7 mL.m⁻³.

At distances greater than 60 nm the mean values were less than 0.7 mL.m⁻³.

Indicadores biológicos

Durante el desarrollo del crucero se determinó la presencia del dinoflagelado *Protoperidinium obtusum* (Karsten), indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), reportado a lo largo del litoral entre Punta La Negra y el extremo sur, alcanzando su mayor amplitud (60 mn) frente a Malabrigo, Callao y Pisco; no obstante, entre Punta Mendieta y el sur de Ilo, estuvo restringido a la costa (Fig. 4).

Biological indicators

During the cruise, the presence of the dinoflagellate *Protoperidinium obtusum* (Karsten), an indicator of Cold Coastal Waters (CCW), was reported along the coast between Punta La Negra and the southern end, reaching its greatest amplitude (60 nm) off Malabrigo, Callao, and Pisco. Nevertheless, between Punta Mendieta and the south of Ilo, it was restricted to the coast (Fig. 4).

Ceratium praelongum (Lemmermann), indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), fue reportado en la zona norte (Pimentel-Huarmey), con distribución continua en las áreas más distantes (>60 mn), donde se registró también al dinoflagelado *C. breve*, indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), con salinidades mayores a 35,1 ups (Fig. 4b). También se determinó al indicador de ASS en las zonas norte - centro (Callao) por fuera de las 20 mn y sur (Atico) donde llegó a 8 mn de costa (Fig. 4a), concordando con las condiciones oceanográficas encontradas al sur de Ocoña (+3 °C), así como con la incursión de ASS a costa (IMARPE 2007 a).

Ceratium praelongum (Lemmermann), an indicator of Surface Subtropical Waters (SSW), was reported in the northern area (Pimentel-Huarmey), exhibiting a continuous distribution in the most distant areas (>60 nm), where the dinoflagellate *C. breve*, an indicator of Surface Equatorial Waters (SEW), was also recorded, showing salinities greater than 35.1 ups (Fig. 4b). The SSW indicator was also identified in the north-central areas (Callao) outside 20 nm and south (Atico) where it reached 8 nm from the coast (Fig. 4a), in line with the oceanographic conditions determined south of Ocoña (+3 °C), as well as with the SSW incursion to the coast (IMARPE 2007 a).

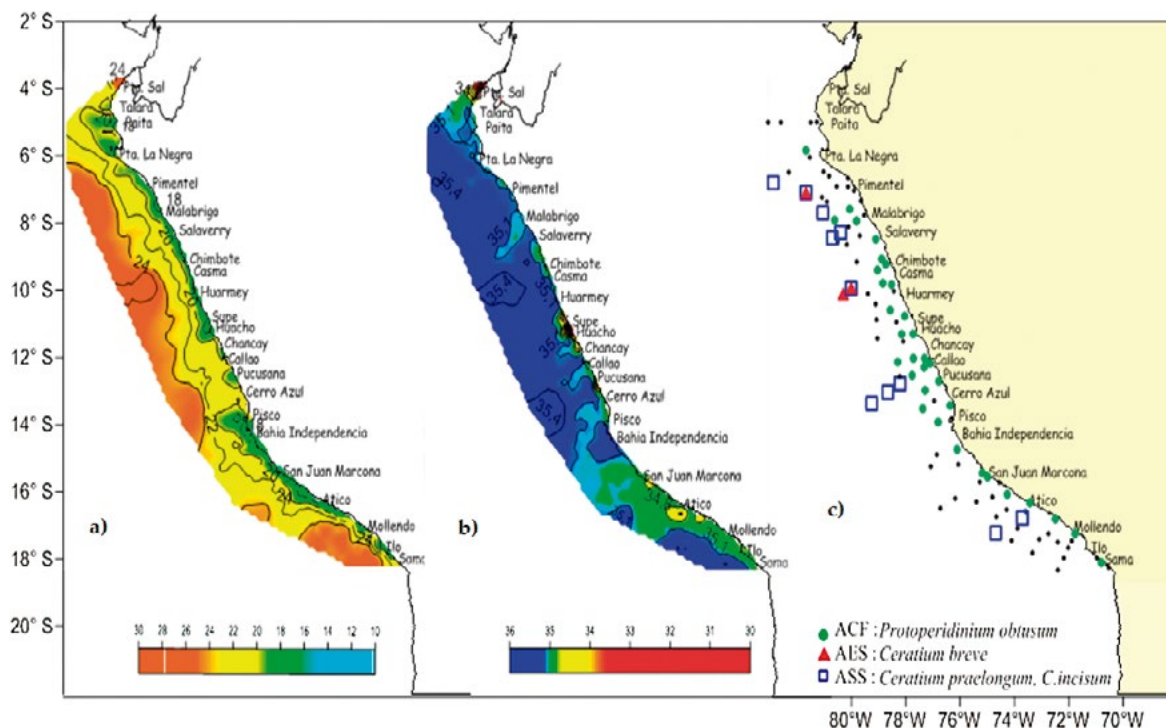


Figura 4.- Distribución superficial de a) Temperatura, b) Salinidad, c) Indicadores biológicos de masas de agua. Cr. Evaluación de recursos pelágicos 0702-04. BIC Olaya y SNP 2

Figure 4. Surface distribution of a) Temperature, b) Salinity, c) Biological indicators of water masses. Pelagic Resources Assessment Cruise 0702-04. R/V Olaya and R/V SNP 2

Floraciones algales

En el presente crucero, se observaron mareas rojas, episodios ocasionados por el dinoflagelado *Akashiwo sanguinea* (Hirasaka) y el ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann). La primera fue observada en Huacho ($11^{\circ}34,70'S - 77^{\circ}46,49'W$) asociada a TSM de $20,74^{\circ}C$, mientras que la segunda se produjo en Pisco ($14^{\circ}54,70'S - 77^{\circ}29,86'W$) con TSM de $23,46^{\circ}C$ (Fig. 4c).

4. DISCUSIÓN

En el verano del 2007 las condiciones ambientales registraron un calentamiento moderado en la parte norte de Punta La Negra y sur de Ocoña por la incursión de ASS a la zona costera, *situación que condicionó una determinada respuesta del fitoplancton* (IMARPE 2007).

La biomasa planctónica, mostró concentraciones, en promedio, ligeramente más bajas ($0,40 mL.m^{-3}$) a la obtenida en el verano 2006 ($0,45 mL.m^{-3}$) (DELGADO & CHANG 2009), así mismo fue menor al verano del 2004 (DELGADO *et al.* 2015) cuando se obtuvo un volumen promedio de $0,76 mL.m^{-3}$ y las condiciones ambientales determinaron anomalías térmicas positivas próximas a lo normal.

Algal blooms

In this cruise, red tides were observed, these events were caused by the dinoflagellate *Akashiwo sanguinea* (Hirasaka) and the ciliate *Mesodinium rubrum* (Lohmann). The first was observed at Huacho ($11^{\circ}34,70'S - 77^{\circ}46,49'W$) and was associated with an SST of $20,74^{\circ}C$, while the second was observed at Pisco ($14^{\circ}54,70'S - 77^{\circ}29,86'W$) with an SST of $23,46^{\circ}C$ (Fig. 4c).

4. DISCUSSION

In summer 2007, the environmental conditions registered moderate warming in the northern part of Punta La Negra and southern Ocoña due to the incursion of SSW to the coastal zone, *a situation that conditioned a certain response of phytoplankton* (IMARPE 2007).

Planktonic biomass shows concentrations on average slightly lower ($0.40 mL.m^{-3}$) than the one obtained in the summer 2006 (DELGADO & CHANG 2009), it was also lower than summer 2004 (DELGADO *et al.* 2015) when a mean volume of $0.76 mL.m^{-3}$ was obtained and the environmental conditions showed positive thermal anomalies close to normal.

Latitudinalmente, los máximos volúmenes promedios de plancton se observaron dentro de las 30 mn, similar a lo registrado en verano del 2006, sin embargo en el 2004 el mayor promedio ($2,64 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$) fue localizado entre 30 – 60 mn. Estos valores no superan el promedio reportado por ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985) para la costa peruana ($>3,0 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$) a consecuencia de las anomalías térmicas positivas registradas en los cruceros respectivos.

El fitoplancton como alimento disponible tuvo incremento porcentual (40%), fue menor en el verano 2006 (33%), pero en el verano 2005 se observó incremento (47%) cuando se determinaron condiciones atípicas que influyen en la biomasa planctónica.

La composición especiológica fue diferente a los otros años. En el verano del 2005, se observó mayor incidencia de especies de afloramiento asociados a especies neríticas distribuidas por fuera de las 60 mn, mientras que en el verano 2006 la composición fue similar, pero dentro de las 30 mn, junto a la presencia de especies termófilas. En el 2007 se reportó cambio en la distribución de esta comunidad, al estar las especies muy cerca de la costa, indicando incursión de aguas oceánicas, resultado que coincidió con los parámetros físicos reportados en este crucero (IMARPE 0702-04).

En cuanto a la distribución de los indicadores biológicos, es conocido que en el verano desde Tumbes hasta Paita se registran especies de AES, situación que no se evidenció en el presente estudio cuando la presencia de estas masas estuvieron en los 7° y 10°S por fuera de las 50 mn, situación similar se observó para el 2006, aunque con un acercamiento a costa, no siendo observado para el 2004 como respuesta negativa a estas condiciones.

La distribución del indicador *P. obtusum* (ACF) en verano 2007 alcanzó mayor amplitud latitudinal, desde Pimentel hasta Callao (30 mn), coincidiendo con los resultados físicos. En el 2006 el indicador estuvo relegado a las áreas más costeras, situación que también se observó en el 2004 en la parte norte (10 mn), pero alcanzó mayor amplitud longitudinal frente a Chicama, Pisco y Punta Caballa, hasta las 40 mn, como respuesta a la presencia de masas de agua asociadas al afloramiento con temperaturas menores a 20°C

At latitude level, the highest mean plankton volumes were observed within 30 nm, similar to that recorded in summer 2006. However, in 2004, the highest mean ($2.64 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$) was located between 30 - 60 nm. These values did not exceed the mean reported by ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985) for the Peruvian coast ($>3.0 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$) as a result of the positive thermal anomalies registered in the respective cruises.

Phytoplankton as available food had a percentage increase (40%), it was lower in summer 2006 (33%), although in summer 2005 an increase was observed (47%) when atypical conditions that influence planktonic biomass were determined.

Species composition was different from the previous years. In summer 2005, there was a higher incidence of upwelling species associated with neritic species distributed outside 60 nm, while in summer 2006 the composition was similar, but within 30 nm, along with the presence of thermophilic species. In 2007, a change was reported in the distribution of this community, as the species were very close to the coast, which indicates the incursion of oceanic waters, a result that coincided with the physical parameters reported in this cruise (IMARPE 0702-04).

As for the distribution of the biological indicators, it is known that in the summer, from Tumbes to Paita, SEW species are recorded, a situation that was not evidenced in this study, when the presence of these masses was at 7° and 10°S outside the 50 nm. A similar situation was observed for 2006, although with proximity to the coast, which was not observed for 2004 as a negative response to these conditions.

The distribution of *P. obtusum* (CCW) in summer 2007 reached greater latitudinal amplitude, from Pimentel to Callao (30 nm), which coincided with the physical results. In 2006, the indicator was retracted to the most coastal areas, a situation that was also observed for 2004 in the northern part (10 nm), but it reached a greater longitudinal amplitude off Chicama, Pisco and Punta Caballa, up to 40 nm, as a response to the presence of water masses, associated with the upwelling with

en la parte norte y valores menores a 18 °C al sur (IMARPE 2004), condiciones favorables para este indicador.

Indicadores del fitoplancton asociado a ASS, influyen también en el verano, fueron observados en evaluaciones anteriores (2006 y 2004), aunque con diferente distribución, coincidiendo en la gran mayoría de los casos con los parámetros ambientales.

5. CONCLUSIONES

En general, durante el verano del 2007, los volúmenes de plancton fueron bajos (<1 mL.m⁻³), replegándose las mayores concentraciones (>2,0 mL.m⁻³) dentro de las 30 mn.

El fitoplancton como alimento disponible se encontró en la zona costera y estuvo conformado por diatomeas centrales de fases iniciales e intermedias de la sucesión ecológica.

Los indicadores biológicos mostraron distribución con tendencia a la normalidad para el indicador de ACF y de ASS, principalmente hasta San Juan; a excepción de *Ceratium breve*, indicador de AES y *C. praelongum*, registrados frente a Chimbote y Atico, respectivamente.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al AFPP por su participación con el análisis de las muestras y por la actualización de los mapas de distribución de fitoplancton a la Sra. Liz Romero.

temperatures below 20 °C in the northern part and values below 18 °C in the south (IMARPE 2004), which are favorable conditions for this indicator.

Indicators of phytoplankton associated with SSW also influencing the summer, were observed in previous assessments (2006 and 2004), although with different distribution, coinciding in most cases with environmental parameters.

5. CONCLUSIONS

Overall, in summer 2007, plankton volumes were low (<1 mL.m⁻³), with the highest concentrations (>2.0 mL.m⁻³) withdrawing within 30 nm.

Phytoplankton as available food was found in the coastal zone and was formed by central diatoms of initial and intermediate stages of ecological succession.

Biological indicators showed a normal distribution for the CCW and SSW indicators, mainly up to San Juan, excluding *C. breve*, an indicator of SEW and *Ceratium praelongum*, recorded off Chimbote and Atico, respectively.

Acknowledgments

The authors thank the Area of Phytoplankton and Primary Production for its participation in the analysis of the samples and to Ms. Liz Romero for updating the phytoplankton distribution maps.

6. REFERENCIAS / REFERENCES

- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceangr. 5: 1 - 237.
- BALECH E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanog. España. 310 pp.
- DELGADO E, CHANG F. 2009. La comunidad microalgal durante el verano 2006. Evaluación Hidroacústica de la distribución y biomasa de recursos pelágicos frente a la costa peruana. Años 2005, 2006, 2007. Inf Inst Mar Perú. 36 (3-4): 131 - 136.
- DELGADO E, CHANG F, VILLANUEVA P. 2015. Efectos Composición, abundancia y distribución del fitoplancton frente a la costa peruana en el verano 2004. Crucero 0402-03. Inf Inst Mar Perú. 42(2): 158 - 165.
- HASLE G E, SYVERTSEN E. 1996. Marine diatoms. En: 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, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In: L. Rabenhorst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. 1 Teil. Akad.

- Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971. 920 pp.
- IMARPE. 2004. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0402-03. 22 pp.
- IMARPE. 2007. Informe Ejecutivo del Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0702-04. 25 pp.
- ROJAS DE MENDIOLA B, GÓMEZ O, OCHOA N. 1985. Efectos del fenómeno "El Niño" sobre el fitoplancton. En W. Arntz; A. Landa y J. Tarazona (eds.): "El Niño", su impacto en la fauna marina. Bol Inst Mar Perú. Vol. Ext. 33 - 40.
- SCHILLER J. 1971. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Teil. In: L. Rabenhortst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol. 10 Section 3, Part 1. 617 pp.
- SOURNIA A 1967. Le genre *Ceratium* (Péridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. Vie et Milieu. 18 (2A-A): 375 - 580 pp.
- 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. 1978. Preservation and storage. In: Sournia A (Ed) Phytoplankton manual. UNESCO. Paris, p. 69-74.
- THRÖNDSSEN J. 1993. The Planktonic Marine Flagellates. In Tomás 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.