

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 33, Número 1



Enero - Junio 2018
Callao, Perú



CARACTERÍSTICAS DEL FITOPLANCTON DEL MAR PERUANO. VERANO 2014, CRUCERO 1402-04

CHARACTERISTICS OF THE PHYTOPLANKTON ON THE PERUVIAN SEA. SUMMER 2014, CRUISE 1402-04

Elcira Delgado Loayza¹

RESUMEN

DELGADO E. 2018. Características del fitoplancton del mar peruano. Verano 2014, Crucero 1402-04. *Bol Inst Mar Perú*. 33(1): 65-72.- Se dan a conocer volúmenes de plancton, distribución y composición del fitoplancton, así como indicadores biológicos de masas de agua para el verano, provenientes de 65 muestras colectadas con red estándar de fitoplancton durante el crucero de evaluación de recursos pelágicos 1402-04 en el BIC Olaya. Frente a Malabrigo y San Juan el promedio del volumen de plancton fue 0,54 mL.m⁻³, el rango varió entre 0,27 y 1,4 mL.m⁻³ localizados frente a Malabrigo y San Juan, respectivamente. La dominancia del fitoplancton fue 37%, conformado por diatomeas de fases intermedias de la sucesión y por especies de afloramiento, destacando *Coscinodiscus perforatus*, *Skeletonema costatum*, *Detonula pumila*, *Actynocyclus* sp., *Chaetoceros* spp., *Thalassiosira angulata*, *Lithodesmium undulatum*, *Rhizosolenia styliformis* y *Odontella aurita*. El desplazamiento de ASS hacia la zona costera fue evidente por la gran riqueza de especies pertenecientes a ese tipo de aguas. *Ceratium breve*, indicador de AES, fue registrado de manera normal hasta Punta La Negra (60 mn) y *Protoberidinium obtusum*, indicador de ACF, estuvo restringido a la franja costera (30 mn). Se observó floración algal de *Mesodinium rubrum* desde Huarney hasta Huacho cuya máxima concentración fue de 73x10⁶ cel.L⁻¹.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, composición y distribución, indicadores biológicos, verano 2014

ABSTRACT

DELGADO E. 2018. Characteristics of the phytoplankton on the Peruvian sea. Summer 2014, Cruise 1402-04. *Bol Inst Mar Peru*. 33(1): 65-72.- We present volumes on plankton, distribution and phytoplankton composition, as well as biological indicators of water masses for the summer, from 65 samples collected with standard network of phytoplankton during survey cruise for pelagic resources 1402-04 aboard the R/V Olaya. Off Malabrigo and San Juan, the mean volume of plankton was 0.54 mL.m⁻³, the range varied between 0.27 and 1.4 mL.m⁻³ located off Malabrigo and San Juan, respectively. The dominance of the phytoplankton was 37%, formed by intermediate phase diatoms of succession and upwelling species that stood out such as *Coscinodiscus perforatus*, *Skeletonema costatum*, *Detonula pumila*, *Actynocyclus* sp., *Chaetoceros* spp., *Thalassiosira angulata*, *Lithodesmium undulatum*, *Rhizosolenia styliformis* and *Odontella aurita*. The displacement of SSW towards the coastal zone was evident due to the great richness of species belonging to this type of water. *Ceratium breve*, indicator of ESW, was registered normally until Punta La Negra (60 nm) and *Protoberidinium obtusum*, indicator of CCW, was restricted to the coastal strip (30 nm). The algal flowering of *Mesodinium rubrum* was observed from Huarney to Huacho whose maximum concentration was 73x10⁶ cel.L⁻¹.

KEYWORDS: phytoplankton, composition and distribution, biological indicators, summer 2014

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de recursos pelágicos se realiza periódicamente a fin de estimar los niveles de abundancia, distribución y estructura de la población para un manejo adecuado y sostenido. En ese sentido se ejecutó la evaluación con énfasis en la anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns) especie importante en la pesquería del país. Para completar estos estudios se consideró calcular la biomasa planctónica, determinar la composición y distribución de la comunidad de fitoplancton y distribución de indicadores de masas de agua para esa época del año.

Las condiciones ambientales del mar peruano para el verano 2014 se caracterizaron por presentar mayores valores térmicos asociados a la proyección de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) en la zona norte y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) en

la zona centro y sur, en tanto los menores valores se asociaron a procesos de surgencia.

Sin embargo, resaltaron anomalías térmicas superficiales del mar (ATSM) que variaron de -5,0 °C (zona costera de Chimbote) a +5,4 °C (40 mn frente a San Juan) con promedio para el área evaluada de -0,56 °C.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo se realizó entre el 24 de febrero y 11 de abril 2014, durante la ejecución del Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos a bordo del BIC José Olaya Balandra, L/P IMARPE IV y L/P IMARPE V, en los perfiles hidrográficos (Puerto Pizarro, Paita, Punta La Negra, Malabrigo, Chimbote, Callao, Pisco, San Juan de Marcona, Atico e Ilo). Así mismo, se colectaron muestras en la zona denominada El Triángulo (sur de Ilo).

1 IMARPE. Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria. edelgado@imarpe.gob.pe

El área de muestreo estuvo comprendida desde la franja costera hasta las 200 mn aproximadamente (Fig. 1).

Se obtuvo 65 muestras recolectadas con red estándar de fitoplancton (75 µm) en arrastres superficiales durante 5 minutos y a 3 nudos de velocidad. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada (THRÖNDSSEN 1978).

Los volúmenes de plancton se obtuvieron por centrifugación a 2400 rpm durante 5 minutos, y se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = V_c / K$$

Donde V: volumen de plancton

Vc: volumen de plancton centrifugado (mL)

K: 6,6273 m³ (constante, indica el agua filtrada por la red)

Los resultados fueron expresados en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL.m⁻³).

En el laboratorio las muestras fueron analizadas semicuantitativamente, considerando porcentajes de los componentes del plancton (fitoplancton y zooplancton) (ROJAS DE MENDIOLA *et al.* 1985) y los resultados se expresaron en base a las abundancias

relativas de cada componente del fitoplancton. Para el análisis de comunidades se utilizó el índice de Jaccard y el programa Primer V.6.

Para la determinación taxonómica de la comunidad de fitoplancton se consultaron los trabajos de HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), HEIMDAL (1993), THRÖNDSSEN (1993), HASLE y SYVERTSEN (1996) y STEIDINGER y TANGEN (1996).

En la elaboración de los gráficos, cartas de posición, distribución de volúmenes de plancton e indicadores de masas de agua se utilizó el programa Excel, Surfer (ver.11).

3. RESULTADOS

VOLUMEN DE PLANCTON EN LOS PERFILES HIDROGRÁFICOS

El promedio del volumen de plancton fue 0,54 mL.m⁻³, el rango osciló entre 0,27 mL.m⁻³ (frente a Malabrigo) y 1,4 mL.m⁻³ (frente a San Juan). El fitoplancton dominó en el 37% de las áreas y estuvo asociado a la Temperatura Superficial de Mar (TSM) que fluctuó entre 16,1 y 25,7 °C.

Perfil Puerto Pizarro.- Volumen promedio de 1,13 mL.m⁻³, con rango entre 0,3 y 2,32 mL.m⁻³, en las Ests. 606 y 602 a 44 y 70 mn de la costa, respectivamente (Fig. 2). Tanto el fitoplancton como el zooplancton alcanzaron el mismo porcentaje de predominancia (50%). La abundancia relativa de ABUNDANTE estuvo determinada por diatomeas termófilas como *Proboscia alata* f. *indica* Lincea y Santoyo y *P. alata* f. *gracillima* Sundström. La TSM varió entre 23,9 y 28,9 °C.

Perfil Paita.- Volumen promedio de 0,874 mL.m⁻³, con rango entre 0,42 (Est. 566 - 20 mn) y 1,36 mL.m⁻³ (Est. 573 - 90 mn) (Fig. 2). El predominio de fitoplancton fue 34%. La abundancia relativa de MUY ABUNDANTE estuvo dada por diatomeas de aguas cálidas como *Rhizosolenia styliformis* Brightwell y *P. alata* f. *gracillima*. La TSM varió entre 18,1 y 21,3 °C.

Perfil Punta La Negra.- Volumen promedio de 0,79 mL.m⁻³, siendo menor con respecto al perfil Paita, con rango entre 0,49 y 1,04 mL.m⁻³, localizados en las Ests. 540 y 545 y a distancias de la costa de 110 y 10 mn, respectivamente (Fig. 2). El predominio de fitoplancton fue 25% y de zooplancton 75%. Se apreció abundancia de diatomeas de afloramiento como *Skeletonema costatum* Cleve y *Detonula pumila* Gran que estuvieron como ABUNDANTES dentro de las 10 mn. La TSM varió entre 17,6 y 21,7 °C.

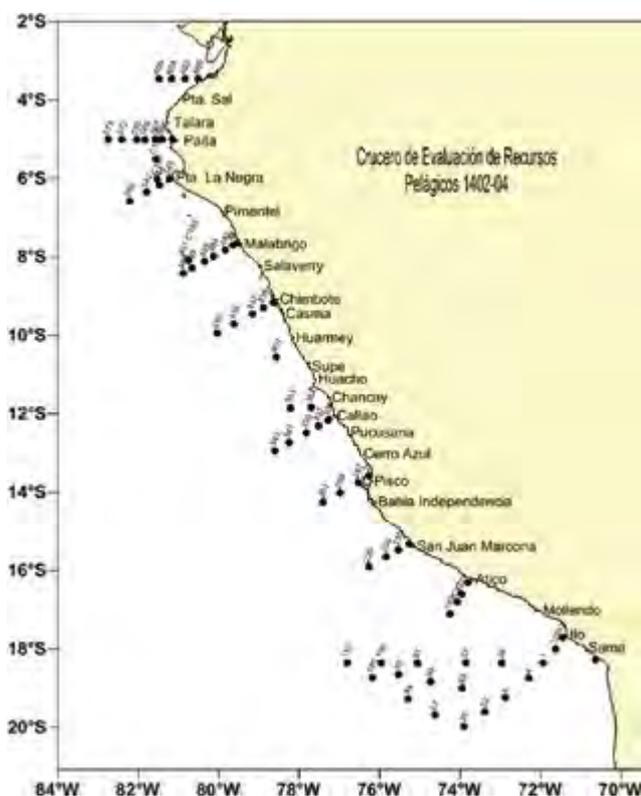


Figura 1.- Carta de posiciones. Cruce de Evaluación de Recursos Pelágicos. BIC Olaya 1402-04

Perfil Malabrigo.- Volumen promedio de $0,27 \text{ mL.m}^{-3}$, valor más bajo comparado con Puerto Pizarro, Paita y Punta La Negra; con rango entre $0,075 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 487- 80 mn) y $0,62 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 487 - 80 mn) (Fig. 2). El predominio de fitoplancton fue 57% distribuyéndose hasta las 43 mn donde *Odontella aurita* Agardh y *Coscinodiscus perforatus* Cleve y Möller presentaron abundancias relativas de MUY ABUNDANTE y *Thalassiosira angulata* Hasle y *Thalassionema frauenfeldii* Tempère y Peragallo, como ABUNDANTES. El zooplancton representó 43%. La TSM varió entre $16,4$ y $24,3$ °C.

Perfil Chimbote.- Volumen promedio de $0,30 \text{ mL.m}^{-3}$, aquí se observó un ligero incremento con respecto a anteriores perfiles; con rango entre $0,11$ y $0,56 \text{ mL.m}^{-3}$, ubicados en Est. 432 (130 mn) y Est. 441 (90 mn) (Fig. 2). La comunidad de fitoplancton fue poco predominante (25%) el 75% recayó en el zooplancton. Resaltó *C. perforatus* con abundancia relativa de ABUNDANTE a 10 mn de la costa, además de *Thalassiothrix longissima* Cleve y Grunow que estuvo ESCASO. La TSM varió entre $15,8$ y $23,35$ °C.

Perfil Callao.- Volumen promedio de $0,31 \text{ mL.m}^{-3}$, con rango entre $0,21 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 343 a 130 mn) y $0,62 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 341 a 90 mn) (Fig. 2). La predominancia del fitoplancton fue similar a Chimbote. A 10 mn las diatomeas *Thalassiosira subtilis* Gran y *Lioloma delicatulum* Hasle fueron MUY ABUNDANTE y ABUNDANTE, respectivamente. Además, *Thalassiosira anguste-lineata* Fryxell y Hasle; *Chaetoceros affinis* Lauder; *Actinocyclus senarius* Ehrenberg; *Planktoniella sol* Schütt y *C. perforatus* tuvieron abundancia relativa de ESCASO. La TSM varió entre $18,9$ y $22,2$ °C.

Perfil Pisco.- Volumen promedio de $0,61 \text{ mL.m}^{-3}$; con rango entre $0,47 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 289 a 7 mn) y $1,8 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est, 285 a 37 mn) (Fig. 2). Sólo a 13 mn predominó el fitoplancton donde el dinoflagelado *Tripos furca* Gómez presentó abundancia relativa de MUY ABUNDANTE, seguido de otras especies como *Protoperidinium crassipes* Balech, *P. depressum* Balech y *Gonyaulax polygramma* Stein cuya abundancia relativa fue ESCASO. La TSM varió entre $21,7$ y $23,0$ °C.

Perfil San Juan de Marcona.- Volumen promedio de $1,4 \text{ mL.m}^{-3}$; con rango entre $0,15 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 230 a 140 mn) y $0,89 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 233 a 58 mn) (Fig. 2). La predominancia del fitoplancton fue 50%, 25% fue zooplancton y 25% correspondió a co-dominancia entre fito y zooplancton. Las mayores abundancias relativas fueron dadas por *Coscinodiscus granii* Gough y *C. perforatus* con escalas de MUY ABUNDANTE y ABUNDANTE, respectivamente a 10 mn de la costa. *Proboscia alata* f. *gracillima* fue ABUNDANTE a 80 mn. Otras diatomeas como *Ch. affinis*, *Ch. debilis* Cleve, *Ch. curvisetus* Cleve y *Rhizosolenia styliformis* y el dinoflagelado tecado *Protoperidinium steinii* Balech obtuvieron abundancias relativas de ESCASO. La TSM varió entre $16,9$ y $24,0$ °C.

Perfil Atico.- Volumen promedio de $0,96 \text{ mL.m}^{-3}$, con rango entre $0,27$ (Est. 80 a 80 mn) y $0,82 \text{ mL.m}^{-3}$ (Est. 27 a 50 mn) (Fig. 2). Sólo a 10 mn predominó el fitoplancton (25%), siendo *C. perforatus*, *T. nitzschoides*, *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg y *Chaetoceros debilis* las diatomeas que presentaron abundancias relativas de ABUNDANTE. El 75% estuvo representado por zooplancton. La TSM varió entre $21,9$ y $22,6$ °C.

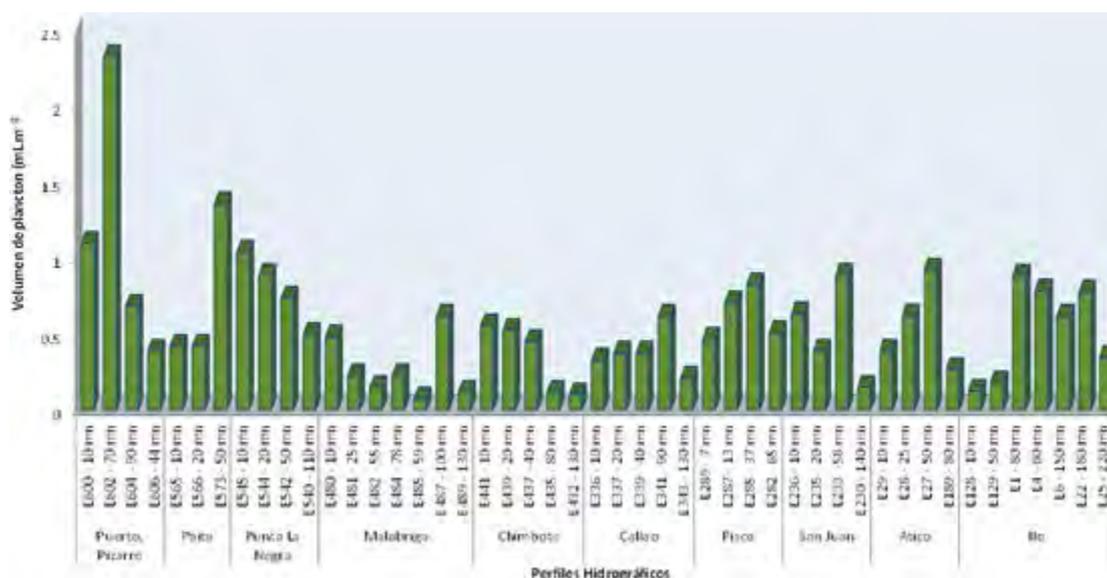


Figura 2.- Distribución del volumen de plancton (mL.m^{-3}) en los perfiles hidrográficos del mar peruano. Cr. de Evaluación de Recursos Pelágicos, BIC Olaya 1402-04

Perfil Ilo.- Volumen promedio de 0,53 mL.m⁻³, valor más bajo con respecto a San Juan y Atico; con rango entre 0,13 mL.m⁻³ (Est. 128 a 10 mn) y 0,78 mL.m⁻³ (Est. 4 a 60 mn) (Fig. 2). La predominancia del fitoplancton continuó presentándose a 10 mn (25%) donde *C. perforatus* y *C. granii* destacaron por obtener abundancias relativas de ABUNDANTE. La predominancia del zooplancton fue similar al perfil Atico. La TSM varió entre 16,7 y 25,8 °C.

Los dinoflagelados se distribuyeron ampliamente en todo el área de estudio, especies como *Triplos furca*; *Ceratium tripos* Nitzsch; *C. fusus* Dujardin; *G. polygramma*; *P. depressum* y *P. conicum* caracterizaron las 10 mn, aunque en algunos perfiles se observó presencia de organismos termófilos en la franja costera, siendo más frecuentes y con mayor riqueza de especies por fuera de las 10 mn registrándose a *Triplos azoricum* Gómez; *Triplos kofoidii* (Jörgenen) Gómez; *Triplos macroceros* (Ehrenberg) Gómez; *Ceratium massiliense* (Gourret) Karsten; *C. gravidum* Gourret; *C. hexacanthum* v. *spirale* (Kofoid); *Podolampas bipes*; *Triadinium polyedricum* (Pouchet) Dodge; *Protoperdinium quarnerense* Balech; *Triplos candelabrus* (Ehrenberg) Gómez y *Pyrocystis horologium* Stein, entre otras.

DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL DEL PLANCTON

El 93% de los volúmenes promedio de plancton por grado latitudinal presentó valores menores a 1,0 mL.m⁻³, solo 7% obtuvo valores mayores a 1,0 mL.m⁻³.

Dentro de las 30 mn los valores medios fluctuaron de 0,038 mL.m⁻³ (12-13°S) a 1,53 mL.m⁻³ (03-04°S), entre las 30-60 mn los promedios variaron de 0,038 m⁻³ (10-11°S) a 0,739 mL.m⁻³ (06-07°S); por fuera de las 60 mn la fluctuación estuvo entre 0,114 (09-10°S) y 1,358 mL.m⁻³ (05-06°S) (Fig. 3).

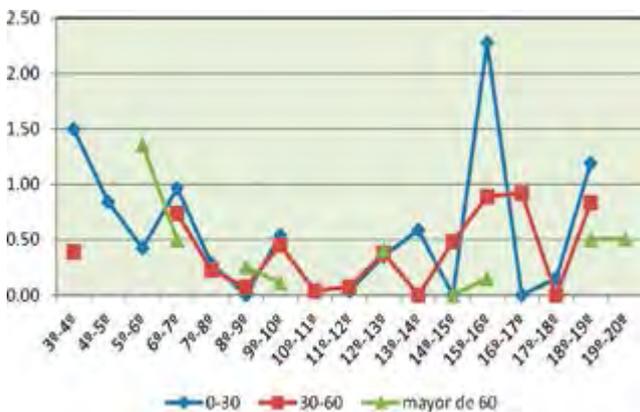


Figura 3.- Distribución latitudinal de volúmenes de plancton (mL.m⁻³). Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos. BIC Olaya 1402-04

ANÁLISIS COMUNITARIO

El análisis de similaridad (Jaccard) del fitoplancton de red entre estaciones mostró tres grupos al 16% (Fig. 4).

El grupo 1 conformado por 15 estaciones que obtuvieron abundancia relativa de MUY ABUNDANTE y ABUNDANTE, destacando las diatomeas de alta tasa de reproducción como *Chaetoceros affinis* Lauder; *Ch. debilis* Cleve; *Actinocyclus* sp., *Coscinodiscus perforatus* Cleve y Möller; *Detonula pumila* Gran; *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg; *Odontella aurita* Agardh y la diatomea termófila *Lioloma delicatulum* Hasle. La TSM varió entre 15,8 y 18,9 °C.

El grupo 2, congregó 18 estaciones cuyas abundancias relativas fueron de MUY ABUNDANTE y ABUNDANTE en donde se registraron especies termófilas (las diatomeas *Proboscia alata* f. *gracillima*, *Planktoniella sol*, *Chaetoceros coarctatus* Lauder, *Rhizosolenia styliformis*) y alta riqueza de dinoflagelados como *Triplos azoricum*, *Podolampas palmipes* Stein; *Triplos macroceros* (Ehrenberg) Gómez y *Triplos candelabrus* (Ehrenberg) Gómez, entre otros, los que estuvieron relacionados a altas TSM que fluctuaron entre 20,2 y 28,9 °C (Fig. 4).

El grupo 3 agrupó 7 estaciones, la abundancia relativa fue PRESENTE, destacando los dinoflagelados termófilos *Podolampas bipes*, *Pyrocystis steinii* y *Planktoniella sol*. Además de especies de distribución cosmopolita como *Ceratium furca*, *Protoperdinium depressum* y *P. conicum*, seguido de diatomeas como *Thalassionema nitzschioides* Mereschkowsky; *Coscinodiscus centralis* Ehrenberg y *Navicula* spp. La TSM varió entre 19,77 y 23,56 °C (Fig. 4).

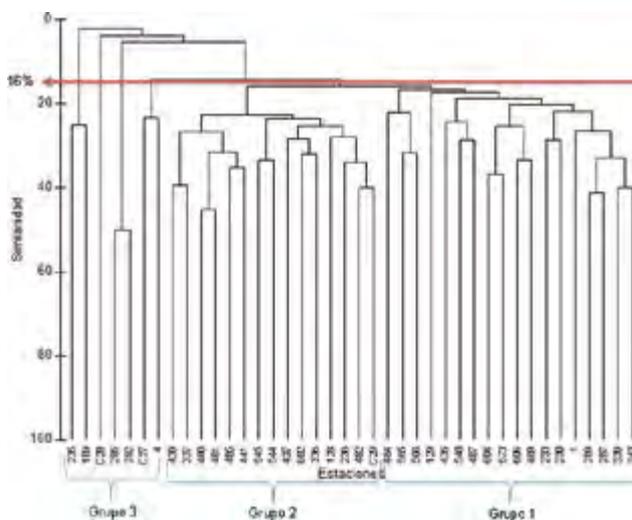


Figura 4.- Dendrograma de similaridad entre estaciones de la comunidad de fitoplancton en superficie. Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos. BIC Olaya 1402-04

FLORACIÓN ALGAL

En este período entre Huarney y Huacho se observó la floración algal producida por el ciliado fotosintetizador *Mesodinium rubrum* (Lohmann) cuya densidad fue de 73×10^6 cel.L⁻¹ (Fig. 5).

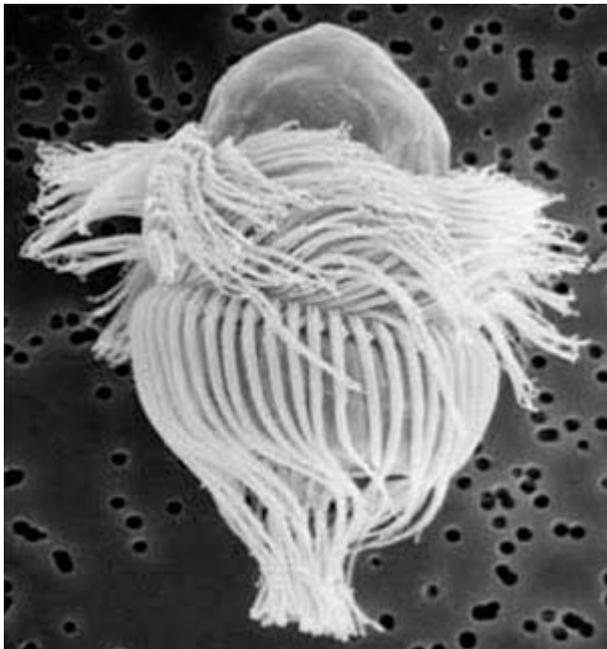


Figura 5.- *Mesodinium rubrum*. Cr. de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Olaya 1402-04

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN SUPERFICIE

Temperatura

La temperatura superficial del mar (TSM) entre Morro Sama y Puerto Pizarro varió entre 15,18 y 27,70 °C con promedio de 20,62 °C.

Los valores mayores a 24 °C se registraron al norte de Talara, por fuera de las 50 mn entre Malabrigo y Supe; a 40 mn de San Juan y 20 mn de Mollendo.

En cambio, los menores valores (<19° C) se ubicaron en la franja costera adyacente a la línea de costa desde Paita hasta Callao y de Bahía Independencia a Morro Sama con amplitud variable.

Los mayores valores térmicos se asociaron a la proyección de las AES en la zona norte y a ASS en la zona centro y sur; los menores valores se asociaron a procesos de surgencia (IMARPE 2014) (Fig. 6).

Salinidad

Las concentraciones halinas entre Morro Sama a Paita oscilaron entre 31,958 ups (zona costera frente a Puerto Pizarro) y 35,531 ups (60 mn frente a Quilca).

Las masas de agua presentes fueron: Aguas Tropicales Superficiales (ATS) frente a Puerto Pizarro, Aguas Ecuatoriales superficiales (AES) al norte de Paita, Aguas Costeras Frías (ACF), en toda la zona costera desde Paita hasta Morro Sama; sin embargo, la amplitud de su cobertura fue variable, mostrando mayor ampliación frente a Paita, Pimentel, Chancay y Atico. Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se localizaron entre Malabrigo y Morro Sama proyectándose hasta las 40 mn frente a Huarney-Huacho, 20 mn frente a San Juan, Mollendo y Morro Sama.

Se observaron grandes zonas de mezcla por la interacción de las ACF y ASS, así como por la interacción de las aguas continentales y ACF en áreas próximas a la desembocadura de los ríos (IMARPE 2014) (Fig. 7).

DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE INDICADORES BIOLÓGICOS DE MASAS DE AGUA

Las condiciones ambientales en el verano mostraron cambios significativos en la distribución de estos organismos. Así se determinó que el indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) *Protoperidinium obtusum* Parke y Dodge, se distribuyó a lo largo del litoral dentro de las 30 mn con mayor amplitud de distribución en Atico (60 mn). No se registró frente a Punta La Negra, Pisco y San Juan de Marcona.

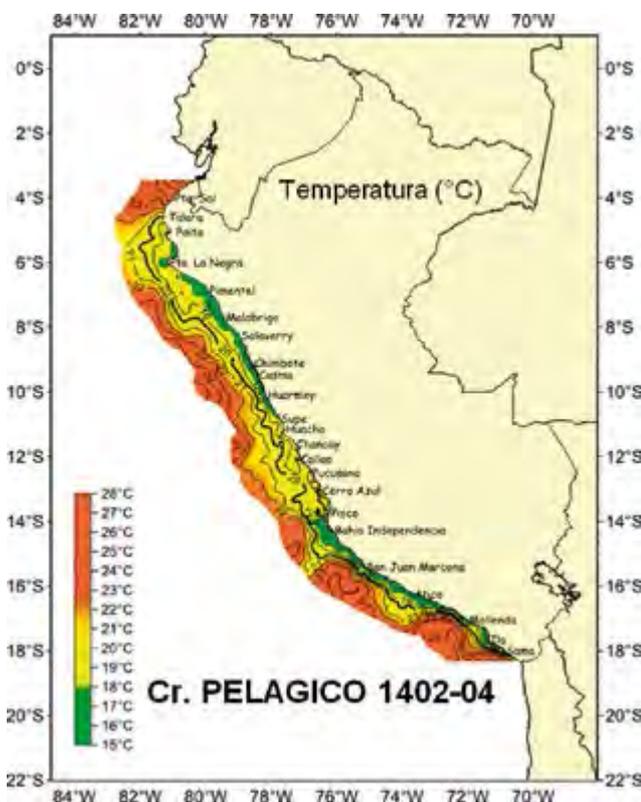


Figura 6.- Distribución superficial de la temperatura del mar (°C). Cr. de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Olaya 1402-04

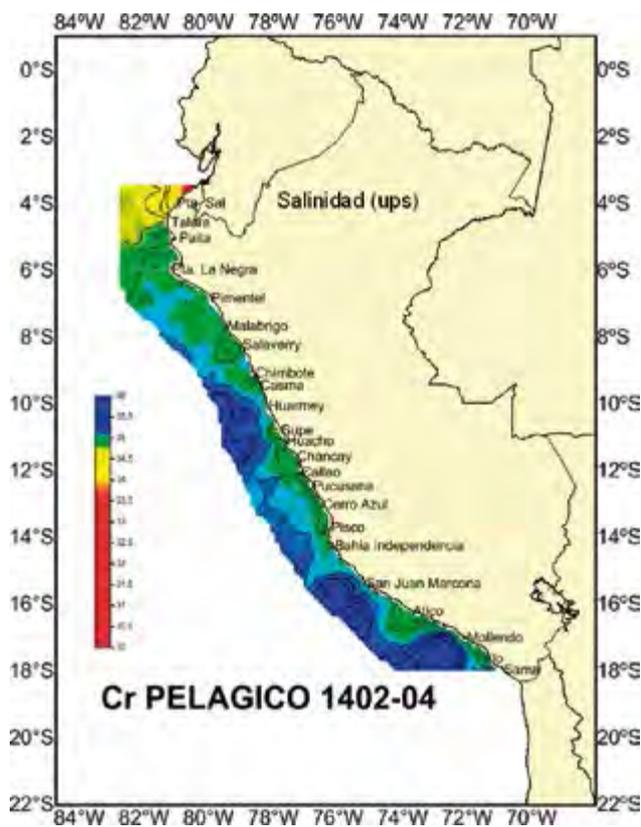


Figura 7.- Distribución superficial de la salinidad del mar (UPS). Cr. de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Olaya 1402-04

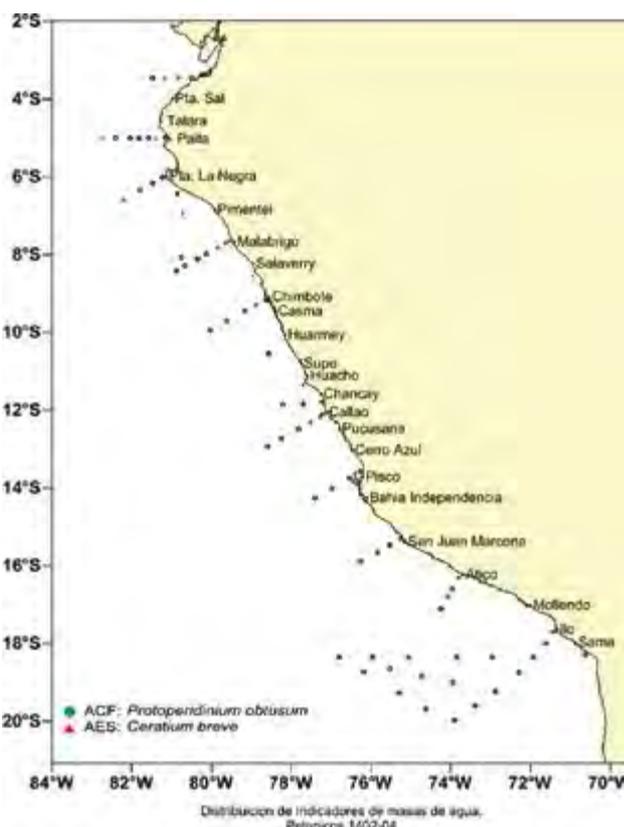


Figura 8.- Distribución de indicadores biológicos de masas de agua. Cr. de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Olaya 1402-04

El dinoflagelado *Ceratium breve* Schröder indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) fue menos frecuente, sin embargo se registró frente a Punta La Negra por fuera de las 60 mn y cercano a la zona costera en Paita y al norte de Punta Sal (Fig. 8).

4. DISCUSIÓN

En el mar peruano, durante la evaluación de recursos pelágicos se obtuvo información del volumen de plancton, lo que permitió apreciar la oferta alimentaria para especies planctófagas. Según ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985), volúmenes de plancton mayor a 3,0 mL.m⁻³ se registran dentro de las 60 mn en períodos normales. SÁNCHEZ (2000) determinó que el máximo pico se presenta en primavera y eventualmente en otoño.

La variación interanual del volumen de plancton durante el verano en los últimos doce años presentó valores bajos; en el período 2002-2008 éstos fueron menores a 0,5 mL.m⁻³ (VILLANUEVA y SÁNCHEZ 2006, SÁNCHEZ y VILLANUEVA 2005², DELGADO y

CHANG 2009); en el período 2009-2013 se registró un ligero incremento con el máximo de 0,766 mL.m⁻³ y mínimo de 0,541 mL.m⁻³ (DELGADO y CHANG 2015), dentro de este rango se registró el promedio para el 2014 (Fig. 9).

Se apreció que entre el 2002 y 2014 la abundancia relativa del fitoplancton no superó al 55%, destacando el 2010 cuando alcanzó el valor más alto (52%).

La variación latitudinal del volumen de plancton ha presentado cambios en su distribución; dentro de las 30 mn. A partir del verano 2002 se registraron valores mayores a 1,0 mL.m⁻³ al sur de los 14°S, a excepción de los años 2005 y 2007.

En el verano 2005 las condiciones ambientales fluctuaron de normal a ligeramente frías en la mayor parte del litoral, pero con presencia de ASS próximas a la costa y menor proyección frente a Chicama y Chimbote, San Juan y Atico (IMARPE 2005³). En el verano 2007 se registró un calentamiento moderado en la región norte de Mórrope y sur de Ocoña con incursión de ASS a la costa (CHANG y SÁNCHEZ 2008⁴).

2 SÁNCHEZ S, VILLANUEVA P. 2005. Características de los productores primarios frente a la costa peruana durante el verano 2005. Cr. de Evaluación de Recursos Pelágicos. Inf. Int. Área de Fitoplancton
 3 IMARPE 2005. Informe ejecutivo del crucero regional oceanográfico 0509-10.
 4 CHANG F, SÁNCHEZ S. 2008. Características del microfitoplancton durante el verano 2007. Informe Interno del Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria.

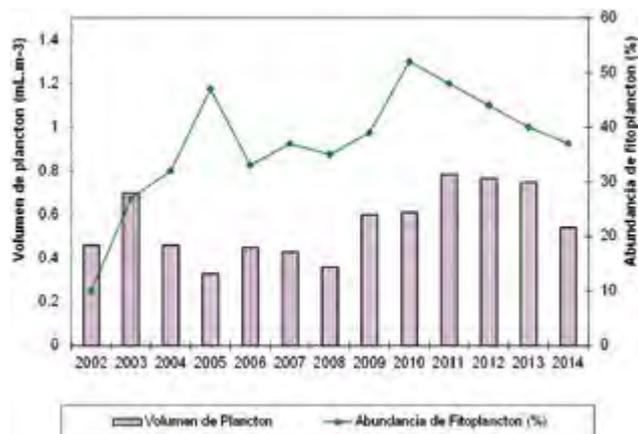


Figura 9.- Variación interanual del volumen de plancton y abundancia porcentual del fitoplancton entre 2002-2014

Solo en los veranos 2003 y 2007 las concentraciones medias del plancton en el norte excedieron los 3,0 mL.m⁻³ entre 04 y 06°S. En los veranos del 2005, 2006, 2008, 2009 y 2010 se obtuvieron volúmenes mayores a 1,0 mL.m⁻³ en esta zona (SÁNCHEZ y VILLANUEVA 2005², DELGADO y CHANG 2009, 2015; DELGADO *et al.* 2015, SÁNCHEZ y VILLANUEVA 2009⁵). Similar situación se produjo en el verano 2014.

En el verano 2002 entre 6°-7°S se observó recuperación del volumen (de 0,7 a 1,20 mL.m⁻³) entre las 30 y 60 mn (VILLANUEVA y SÁNCHEZ 2006), sin alcanzar valores mayores a 1,5 mL.m⁻³ como en los veranos del 2003 al 2005 ante las condiciones influenciadas por procesos de mezcla de las ACF y AES (IMARPE 2008⁶) así como en el verano 2009 (SÁNCHEZ y VILLANUEVA 2009⁵), a diferencia del verano 2010 cuando se incrementó a 3,0 mL.m⁻³ (08-09°S), lo que difiere con el 2014 cuando los valores fueron menores a 1,0 mL.m⁻³, debido al desplazamiento de ASS hacia la franja costera del litoral peruano, caracterizadas por sus altas temperaturas y bajas concentraciones de nutrientes.

Sobre la composición de la comunidad de fitoplancton, ROJAS DE MENDIOLA (1966) determinó que *Chaetoceros* spp. y *Coscinodiscus* spp., son componentes principales en la dieta de peces fitófagos, además de otras diatomeas como *Skeletonema costatum*, *Lithodesmium undulatum* y *Detonula pumila*.

En el verano 2014 también se registraron estas especies en estaciones con predominio de fitoplancton

pero estuvieron restringidas a la franja costera como consecuencia de la fuerte influencia de ASS a lo largo del litoral (IMARPE 2014⁷). Situación que coincidió con la distribución de peces pelágicos, por lo que se podría asumir que el fitoplancton como alimento habría estado ofreciendo buena disponibilidad tanto en calidad como en cantidad para especies planctófagas.

A través del análisis de similitud con los conglomerados formados, fue posible distinguir diferencias marcadas entre dos agrupaciones, por un lado un grupo con especies de afloramiento costero y el otro grupo conformado por especies termófilas, ambos grupos con las mayores abundancias relativas, siendo los dinoflagelados termófilos los que sobresalieron por riqueza de especies, lo que estaría indicando que las asociaciones entre estaciones reflejaron el comportamiento de esta comunidad.

En relación a los indicadores biológicos, durante el período 2002-2007 se apreció cambios en la distribución relacionados con las anomalías térmicas por el ingreso de AES hacia la zona costera, excepto en el 2004, cuando no se registró al indicador de AES debido a la fuerte proyección de ASS (30 mn) con anomalías positivas de hasta +2,0 °C (DELGADO *et al.* 2015) y el 2005 presentó condiciones más frías que lo normal originando anomalías negativas de -2,0 °C (IMARPE 2005³).

Tanto para el verano 2009 (SÁNCHEZ y VILLANUEVA 2009⁵) como el 2010 (DELGADO y CHANG 2015), las AES presentaron distribución normal, es decir al norte de Punta La Negra y por fuera de las 30 mn, a diferencia del 2008 (DELGADO *et al.* 2015) cuando estuvieron distribuidas entre Puerto Pizarro y Huarmey coincidiendo con las condiciones cálidas asociadas a anomalías de +1,44°C (IMARPE 2008⁶).

Al comparar las condiciones oceanográficas del verano 2014 con el verano 2012 (IMARPE 2012³), se ha determinado que ambos períodos fueron casi similares, es decir los mayores valores térmicos se asociaron a la proyección de las AES en la zona norte y las ASS en la zona centro y sur, en tanto los menores valores se asociaron a procesos de surgencia, coincidiendo con la distribución de los indicadores, pero con menor diferencia a lo registrado durante el verano de 2011 cuando las condiciones fueron ligeramente frías.

5 SÁNCHEZ S, VILLANUEVA P. 2009. Verano 2009: El microfitoplancton del verano 2009, características y asociaciones inter-específicas. Cr. de Evaluación de Recursos Pelágicos. Inf. Int. Área de Fitoplancton y Producción Primaria.

6 IMARPE 2008. Informe ejecutivo del crucero de evaluación de recursos pelágicos 0802-04.

7 IMARPE 2014. Informe ejecutivo del crucero de evaluación de recursos pelágicos 1402-04

5. CONCLUSIONES

Los volúmenes de plancton registraron el promedio de 0,54 mL.m⁻³.

El fitoplancton de red estuvo conformado por especies de afloramiento con abundancias relativas de ABUNDANTE (*Detonula pumila*, *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus perforatus*, *Lithodesmium undulatum*, *Odontella aurita* y *Actinocyclus* sp.). También por diatomeas oceánicas como *Proboscia alata* f. *alata*, *P. alata* f. *gracillima*, *Planktoniella sol* *Chaetoceros coarctatus* y *Thalassiosira partheneia*. Los dinoflagelados termófilos se distribuyeron ampliamente en todo el litoral.

Las condiciones ambientales fueron típicas de la temporada, sin embargo hubo fuerte desplazamiento de ASS que condicionaron el repliegue a la zona costera del indicador *Protoperidinium obtusum* (30 mn).

La floración algal inocua observada entre Huarmey y Huacho fue producida por el ciliado fotosintetizador *Mesodinium rubrum* cuya densidad fue de 73x10⁶ cel.L⁻¹.

Agradecimientos

La autora desea expresar su agradecimiento al personal del Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria por el apoyo brindado en el análisis de muestras, a la Blga. Carmen Gonzáles por la elaboración de los gráficos en Surfer y al Ing. Enrique Tello por la contribución de los gráficos de los parámetros físicos.

6. REFERENCIAS

- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceangr. 5: 1-237.
- 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. 2015. Fitoplancton del mar peruano, verano 2010. Inf. Inst. Mar Perú. 42(3): 389-397.
- DELGADO E, CHANG F, BERNALES A. 2015. El fitoplancton del mar peruano en el verano 2008. Inf. Inst. Mar Perú. 42(2): 172-177.
- DELGADO E, CHANG F, VILLANUEVA P. 2015. 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, SYVERTSEN E E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (Ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 383 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 ubrigen Lander Europas sowie der angerzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971. 920 pp.
- IMARPE 2004. Anuario científico tecnológico. Anu. Cient. Tecnol. Vol. 4.
- IMARPE 2005. Anuario científico tecnológico. Anu. Cient. Tecnol. Vol. 5.
- ROJAS DE MENDIOLA B. 1966. Estimación de la producción fitoplanctónica en el área de Callao-Chimbote durante agosto de 1961. En memoria 1er Seminario Latino Americano sobre el océano pacifico Oriental Univ. Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú. 50-56 p.
- ROJAS DE MENDIOLA B, GÓMEZ O, OCHOA N. 1985. Efectos del fenómeno El Niño sobre el fitoplancton. En: ARNTZ, W., A. LANDA Y J. TARAZONA (Eds.). El Niño, su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. Ext.: 33-40.
- SÁNCHEZ S. 2000. Variación estacional e interanual de la biomasa fitoplanctónica y concentraciones de clorofila-a frente a la costa peruana durante 1972-2000. Bol. Inst. Mar Perú. 19(1-2): 29-43.
- SCHILLER J. 1971. Dinoflagellatae (Peridinea) in monographischer Behandlung. 1 Teil. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London. 617 pp.
- SOURNIA A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridinién 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 Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 387-570.
- SUNDSTRÖM B. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden. 196 pp.
- THRÖNDSSEN J. 1978. Preservation and storage. En: A. Sournia (Ed.) Phytoplankton manual. UNESCO, Paris. 69-74.
- 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. 145 pp.
- VILLANUEVA P, SÁNCHEZ S. 2006. La comunidad fitoplanctónica en el mar peruano durante el verano 2002. Inf. Inst. Mar Perú. 33 (3): 117-122.