



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 42, Número 2



Abril-Junio 2015  
Callao, Perú

## FITOPLANCTON FRENTE A LA COSTA PERUANA EN LA PRIMAVERA 2003

### PHYTOPLANKTON IN FRONT OF THE PERUVIAN COAST IN SPRING 2003

*Elcira Delgado*

*Sonia Sánchez*

#### RESUMEN

DELGADO E, SÁNCHEZ S. 2015. *Fitoplancton frente a la costa peruana durante en la primavera 2003. Inf Inst Mar Perú 42(2): 150-157.*- Entre octubre y diciembre 2003 se evaluó el fitoplancton de Puerto Pizarro a Ilo. Se colectó 102 muestras de red y 51 muestras de agua. En el fitoplancton de red se diferenciaron dos grupos de diatomeas: 1) al norte de Chancay donde especies de afloramiento y neríticas dominaron y se distribuyeron desde la costa hasta 45 mn; 2) al sur de Huacho donde predominaron diatomeas oceánicas. Las mayores concentraciones celulares se localizaron dentro de la franja costera en Paita y Chimbote con valores  $>3 \times 10^6$  cel/L destacando *Skeletonema costatum*. *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) se halló de Paita a Ilo. *Ceratium breve*, indicador de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se presentó frente a Puerto Pizarro por fuera de las 60 mn junto con *C. praelongum* indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), lo que indicaría mezcla de estas aguas.

PALABRAS CLAVE: Fitoplancton, indicadores biológicos, primavera 2003

#### ABSTRACT

DELGADO E, SÁNCHEZ S. 2015. *Phytoplankton in front of the Peruvian coast in spring 2003. Inf Inst Mar Perú 42(2): 150-157.*- From October to December 2003 phytoplankton Puerto Pizarro to Ilo was evaluated. Network 102 samples and 51 samples were collected water. The net phytoplankton two groups differed diatomaceous: 1) north of Chancay where upwelling and neritic species dominated and distributed from the coast to 45 mn; 2) south of Huacho where predominant oceanic diatoms. The higher cell concentrations were located in the coastal strip in Paita and Chimbote with values  $>3 \times 10^6$  cells/L. *Skeletonema costatum* highlighting. *Protoperidinium obtusum*, indicator Cold Coastal Waters (CCW) was found in Paita to Ilo. *Ceratium brief* indicator Equatorial Surface Water (SEW) was presented in front of Puerto Pizarro outside the 60 mn with *C. praelongum* indicator Subtropical Surface Waters (SSW), indicating mixing of these waters.

KEYWORDS: Phytoplankton, biological indicators, Spring 2003

## 1. INTRODUCCIÓN

La productividad del mar depende de la interacción de los parámetros físicos, químicos y biológicos del medio. Entre estos factores, el fitoplancton juega un rol preponderante por constituir la fuente de alimento para los peces planctófagos, el zooplancton herbívoro y otros organismos del microzooplancton, para lo cual se ejecutan evaluaciones periódicas de rutina para obtener información concerniente a la comunidad fitoplanctónica.

En los resultados de la primavera 2002 el promedio general de plancton fue de  $1,0 \text{ mL} \cdot \text{m}^{-3}$  con el predominio de fitoplancton en superficie y a 10 m de profundidad. El grupo dominante fueron diatomeas de la fase

inicial e intermedia en sucesión ecológica, que probablemente estuvieron constituyendo una dieta óptima en cantidad y calidad. Las condiciones ambientales atípicas para esa época, se acentuaron a inicios de la primavera observándose en noviembre el repliegue de AES al norte de Punta Falsa y recuperación de ACF, condiciones que repercutieron en la distribución de la comunidad fitoplanctónica.

El objetivo del presente estudio es evaluar las características del fitoplancton obtenida en el período primaveral del 2003 dando a conocer las variaciones que han experimentado los volúmenes de plancton, la distribución y composición cualitativa y cuantitativa de esta comunidad y el seguimiento de los indicadores biológicos de masas de agua.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Entre el 24 de octubre y 10 de diciembre del 2003 se ejecutó el crucero de evaluación de recursos pelágicos, con una cobertura desde Puerto Pizarro hasta Ilo, a bordo de los BIC's Humboldt y José Olaya Balandra hasta una distancia máxima de 180 mn de la costa (Fig. 1).

Se obtuvieron 153 muestras, de las cuales 102 fueron para análisis semi-cuantitativo y 51 para análisis cuantitativos. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada con bicarbonato de sodio, siguiendo las normas establecidas por THRÖNDSSEN (1978).

Para los análisis semi-cuantitativos las muestras fueron colectadas con red estándar de fitoplancton en arrastres superficiales durante 5 minutos a 3 nudos de velocidad. La metodología empleada para la obtención de los volúmenes de plancton fue similar a la descrita en anteriores evaluaciones, siguiendo las recomendaciones de la Reunión del Programa de Plancton (UNESCO 1981).

Las muestras de red se analizaron teniendo en consideración los componentes principales del plancton, otorgando a los organismos más representativos valores convencionales de acuerdo a su abundancia, según metodología descrita en ROJAS DE MENDIOLA et al. (1985).

El análisis cuantitativo se realizó con muestras de agua colectadas en las estaciones hidrográficas de Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbo-te, Huarney, Callao, Pisco, San Juan y Atico, a nivel de 10 m de profundidad, las mismas que fueron obtenidas con botellas Niskin.

El recuento celular se realizó en base a la metodología de UTERMÖHL (1958), expresando los resultados en  $N^{\circ}$  cel  $\times 10^3/L$ .

En la determinación taxonómica de los fitoplanctones se consultaron los trabajos de HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), BALECH (1988), THRÖNDSSEN (1993), HEIMDAL (1993), HASLE y SYVERTSEN (1996) y STEIDINGER y TANGEN (1996).

Para complementar estos estudios se calculó el índice de diversidad de SHANNON y WEAVER (1963), cuyos resultados son expresados en bits  $cel^{-1}$ , siendo:

$$H' = -\sum[(n_i/N) * \log_2(n_i/N)]$$

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad

$n_i$  = Número total de organismos en la muestra

$N$  = número de especies en la muestra

Así mismo, se efectuó el análisis de similaridad entre estaciones, empleándose el índice de Bray-Curtis, realizando una transformación  $\log(x+1)$  para los valores de concentración celular (IBAÑEZ y SEGUIN 1972).

Para hallar la diversidad ( $H'$ ), equidad ( $J'$ ) y el análisis comunitario se utilizó el software PRIMER 5 for Windows y para las cartas de distribución SURFER ver. 7.

## 3. RESULTADOS

### Distribución de volúmenes de plancton y composición específica de la comunidad del fitoplancton de red

En octubre-diciembre 2003, los volúmenes de plancton variaron entre  $0,03 mL.m^{-3}$  (C-12, C-17 y C-43) y  $12,78 mL.m^{-3}$  (C-49), promedio  $0,761 mL.m^{-3}$ . La biomasa planctónica se incrementó en áreas específicas de la región norte y centro del litoral dentro de las 60 mn, en donde se observó un núcleo de  $12,0 mL.m^{-3}$  entre Casma y Huarney, conformado principalmente por fitoplancton, seguido de otros núcleos localizados frente a Chicama ( $3,0 mL.m^{-3}$ ) y Puerto Pizarro ( $2,0 mL.m^{-3}$ ), estos dos representados por zooplancton. El 79% de estos valores fueron menores a  $1,0 mL.m^{-3}$  (Fig. 2).

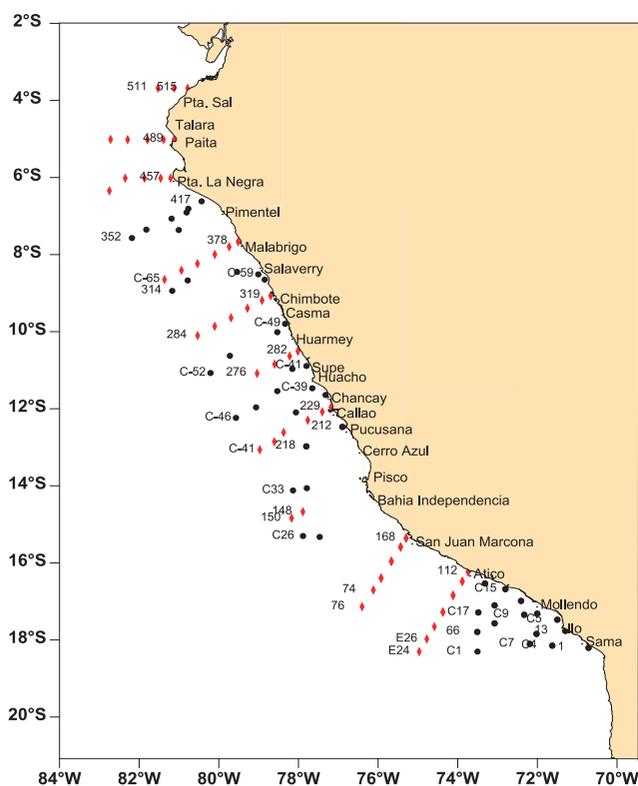


Figura 1.- Carta de posiciones. Cr. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0310-12. BIC's Humboldt, Olaya

Por fuera de las 60 mn las concentraciones planctónicas tendieron a disminuir alcanzando valores  $<0,5 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ , comportamiento muy semejante observado al sur del litoral, sin embargo fue localizado un núcleo de  $1,0 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  por fuera de las 100 mn frente a Pisco

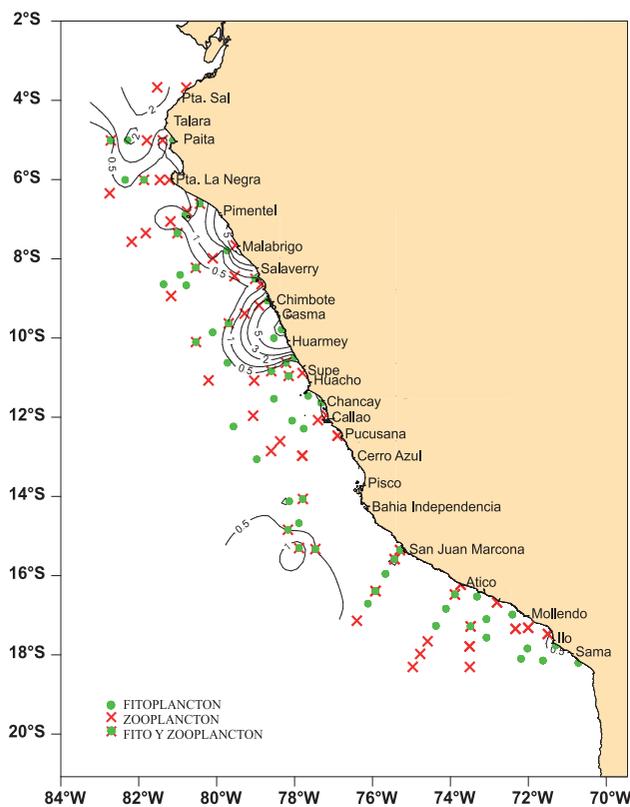


Figura 2.- Distribución de biomasa del plancton ( $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Cr. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0310-12. BIC's Humboldt, Olaya

La temperatura superficial del mar (TSM) varió entre  $15,4$  y  $24,7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

En el 37% de estaciones predominó el fitoplancton, presentando una distribución bastante dispersa entre Paita e Ilo hasta aproximadamente las 140 mn (Supe-Chancay); 40% de predominancia fue para el grupo de zooplancton, la dominancia compartida del fito y zooplancton estuvo en 21%.

En la composición del fitoplancton se pudo diferenciar dos grupos de diatomeas que destacaron por su mayor abundancia relativa, el primero al norte de Chancay donde las especies de afloramiento y neríticas dominaron: *Lauderia annulata*, *Chaetoceros socialis*, *Actinocyclus* sp., *Skeletonema costatum*, *Ch. debilis*, *Ch. constrictus*, *Ch. socialis*, *Ch. lorenzianus*, *Ch.*

*didymus*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. radiatus* y *Guinardia delicatula*, que se distribuyeron desde la costa hasta las 45 mn y el segundo al sur de Huacho, donde además de las diatomeas *Fragilariopsis doliolus*, *Thalassiosira subtilis* y *Thalassiosira* sp., predominaron diatomeas oceánicas como *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia styliformis*, *Thalassiosira partheneia*, *Dactyliosolen mediterraneus*, *Corethron hystrix*, *Chaetoceros costatus*, *Bacteriastrium delicatulum*, *Proboscia alata* f. *alata* y *L. delicatulum*.

En el grupo de los dinoflagelados se apreció a los de distribución cosmopolita como *Protoperidinium depressum*, *P. crassipes*, *Ceratium furca*, *C. tripos* y *C. dens*. Así mismo, se presentó una alta riqueza de organismos termófilos destacando por su frecuencia *Ceratium massiliense*, *Protoperidinium oceanicum*, *P. grande*, *Ceratium lunula*, *Goniodoma polyedricum*, *Protoperidinium quarnerense*, *P. brochii*, *Pyrophacus horologicum*, *Kofoedinium velleloides*, *Gonyaulax* sp. y *G. polygramma*.

### Distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton

En la distribución latitudinal de los volúmenes de plancton (Fig. 3) se apreció que las mayores biomasa planctónicas fueron determinadas dentro de las 30 mn, con máximos valores de  $6,36$  y  $4,80 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  entre los  $9\text{-}10^\circ\text{S}$  y  $7\text{-}8^\circ\text{S}$ , respectivamente. Otro valor significativo de  $1,9 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  se ubicó entre los  $10\text{-}11^\circ\text{S}$ . Al norte de  $10^\circ\text{S}$ , entre las 30-60 mn, las concentraciones fueron mayores de  $1,0 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  obteniéndose el promedio más alto de  $2,87 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  entre los  $3\text{-}4^\circ\text{S}$ . Por fuera de las 60 mn los valores promedio fueron muy bajos ( $<1,0 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ) resaltando un máximo de  $0,91 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-3}$  entre  $15\text{-}16^\circ\text{S}$ .

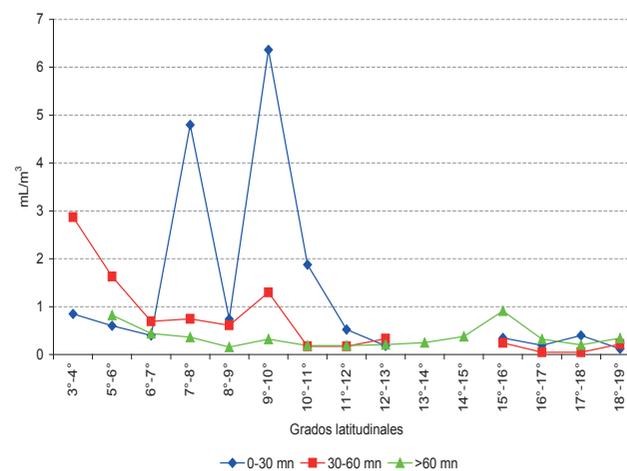


Figura 3.- Distribución latitudinal de volúmenes de plancton ( $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Cr. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0310-12. BIC's Humboldt, Olaya

**Distribución y composición de las concentraciones de fitoplancton**

A 10 m se registró 152 especies, de las cuales 88 fueron diatomeas, 48 dinoflagelados, 4 silicoflagelados, 8 cocolitofóridos y 4 fitoflagelados (Fig. 4).

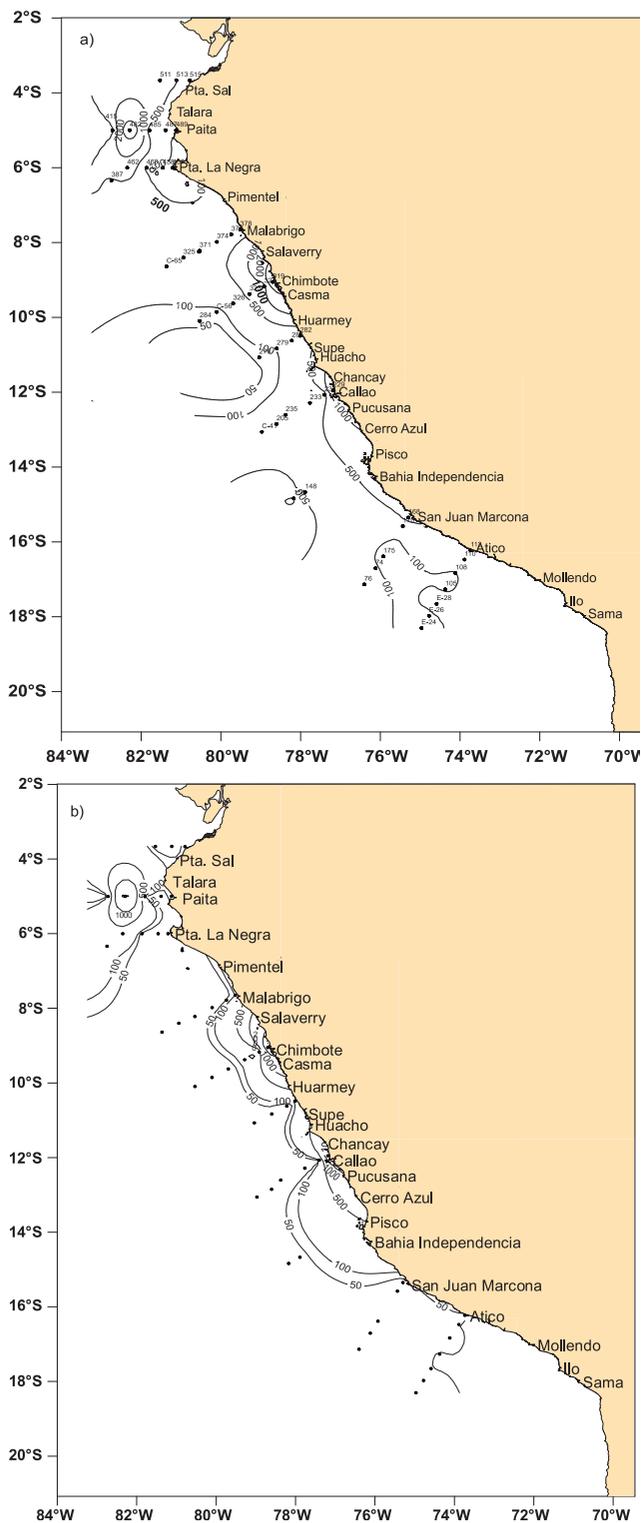


Figura 4.- Distribución de concentraciones de diatomeas (a) y Total de fitoplancton (b), 10 m de profundidad ( $N^{\circ} \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ ). Cr. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0310-12. BIC's Humboldt, Olaya

Las densidades del fitoplancton total fluctuaron entre  $3.100 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$  frente a Paita y la estación costera de Chimbote y  $33 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$  a 60 mn frente a Punta Falsa, promedio  $392 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ .

Las mayores concentraciones celulares estuvieron localizadas dentro de la franja costera, al norte y centro del litoral en los perfiles de Paita y Chimbote (Fig. 5), ambos con valores superiores a  $3000 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ , seguido de un tercer núcleo frente al Callao alcanzando un valor superior a  $1000 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ , en todos éstos núcleos la abundancia estuvo dada por diatomeas de la primera fase de la sucesión teniendo a *Skeletonema costatum* como la especie dominante.

Los organismos del nanofitoplancton constituyeron el grupo más representativo en la mayoría de los perfiles, alcanzando predominancias de hasta el 99% en estaciones muy cercanas a la costa. Frente a Pisco se localizó un valor máximo que superó  $1000 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$  por fuera de las 60 mn dado principalmente por el grupo de los fitoflagelados y *Leucocryptos marina* que alcanzó a  $57 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$  en el perfil Paita.

Dentro del microfitoplancton, las diatomeas presentaron una distribución muy semejante a la observada por el fitoplancton total. Las especies que destacaron fueron *Skeletonema costatum* ( $3000 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ ), *Guinardia delicatula* ( $1200 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ ), *Chaetoceros constrictus*

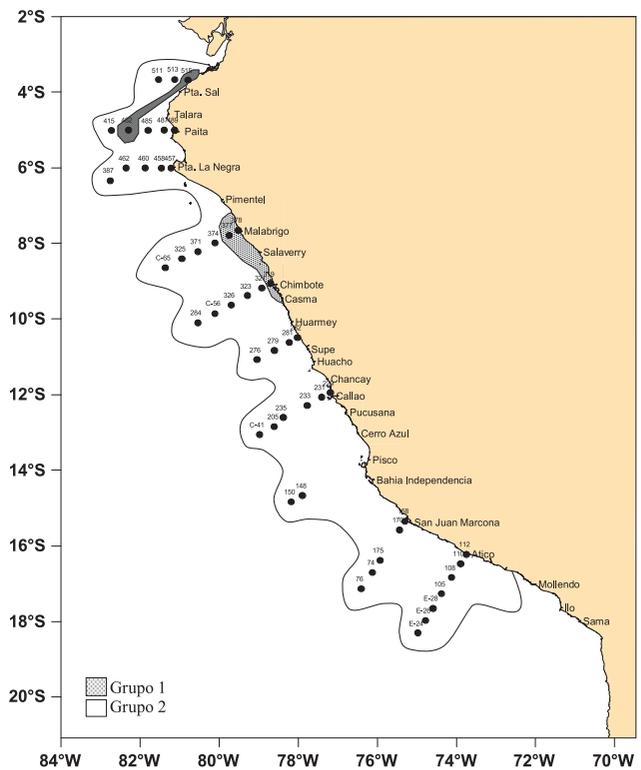


Figura 5.- Distribución de concentraciones del microfitoplancton y nanofitoplancton a 10 m de profundidad ( $N^{\circ} \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ ). Cr. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0310-12. BIC's Humboldt, Olaya

( $130 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ ), *Chaetoceros costatus* ( $74 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ ) y *Chaetoceros curvisetus* ( $550 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ ). Las especies ticoplanctónicas fueron abundantes por fuera de las 60mn con *Pseudo-nitzschia delicatissima* que alcanzó en Punta Falsa densidades de  $340 \times 10^3 \text{ cel.L}^{-1}$ .

**Índice de diversidad (H'), Equidad (J') y Análisis comunitario**

Los índices de diversidad (H') fluctuaron entre 3,37 bits  $\text{cel}^{-1}$  en Paita (Est. 489) y 0,12 bits  $\text{cel}^{-1}$  (Est. 150) por fuera de las 60 mn frente a Pisco, obteniéndose una media de 1,37 bits  $\text{cel}^{-1}$ , mientras que la equidad (J') fue menor a 0,65 indicando abundancia de pocas especies (Fig. 6).

El análisis comunitario entre las estaciones denotó una similaridad del 28%, con la formación de dos grupos: El grupo 1 conformado por las estaciones costeras de Puerto Pizarro, Paita, Chimbote, Chicama y Callao que se caracterizó por presentar en su mayoría abundancia de diatomeas pequeñas de las primeras fases de la sucesión ecológica teniendo como especies representativas *Skeletonema costatum*, *Guinardia delicatula*, *Chaetoceros curvisetus* y *Ch. debilis*. Este grupo presentó en promedio, concentraciones celulares bajas, asociadas a valores de diversidad entre 3,26 bits  $\text{cel}^{-1}$  en Paita (est. 482) y 0,37 bits  $\text{cel}^{-1}$  en Chimbote (est. 319), obteniéndose una media de 1,89 bits  $\text{cel}^{-1}$ .

El grupo 2 estuvo conformado por la mayoría de las estaciones comprendidas entre Puerto Pizarro y Atico. En este grupo sobresalieron los organismos del nanoplancton como *Monadas*, *Emiliania huxleyi*, *Ophiaster hydroideus* y *Leucocryptos marina*, algunas pennatas, especies de bajos requerimientos energéticos destacando

*Pseudo-nitzschia cf. delicatissima*, *Cylindrotheca closterium* y *Pseudo-nitzschia pungens*. Este grupo presentó en promedio, concentraciones celulares altas, asociadas a valores de diversidad entre 3,37 bits  $\text{cel}^{-1}$  en Paita (Est. 489) y 0,12 bits  $\text{cel}^{-1}$  en Pisco (Est. 150), obteniéndose una media de 1,28 bits  $\text{cel}^{-1}$ .

**Distribución superficial de la temperatura, salinidad e indicadores de masas de agua**

**Temperatura.**- La TSM varió entre 14,16 °C (bahía Independencia, zona costera) y entre 24,71 °C (norte de Cabo Blanco) (Fig. 7a). Temperaturas <18 °C relacionadas con el afloramiento se presentaron circunscritas a la costa; las >20 °C se acentuaron al sur de Atico (codo peruano chileno) y al norte del Callao, como indicativo del cambio estacional. Las altas temperaturas, a excepción del norte de Talara, se relacionan con la aproximación a la costa de las aguas subtropicales superficiales (ASS). Al sur de San Juan y fuera de las 100 mn se observó un núcleo <18 °C, que en agosto y setiembre fue parte de las aguas frías y luego fraccionado por el cambio estacional (MORÓN et al. 2011).

**Salinidad.**- La salinidad superficial se presentó en un rango de 33,76 a 35,34 ups. Los valores halinos <34,0 ups estuvieron relacionados con aguas tropicales superficiales (ATS) y se ubicaron en la zona costera al norte de Cabo Blanco, mientras que valores más elevados relacionados con ASS se distribuyeron fuera de la costa entre los 8-18°S. Las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) de salinidades entre 34,0 y 34,8 ups, mostraron una atípica proyección para la época por fuera de las 50 mn (del norte de Talara al sur de Paita), lo que tuvo relación con el arribo de una nueva onda Kelvin (Fig. 7b) también se registraron rezagos de estas AES fuera

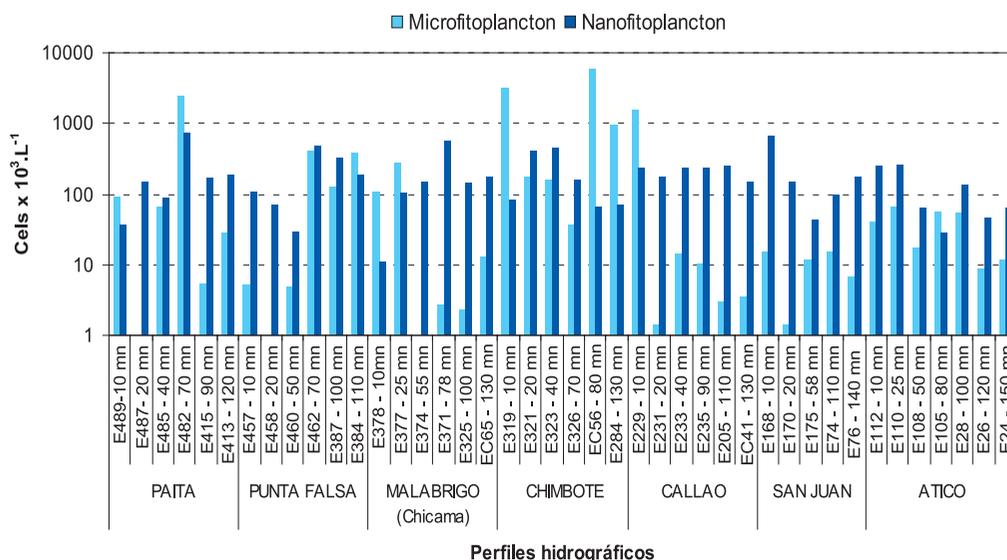


Figura 6.- Análisis comunitario (Índice Bray-Curtis) a 10 m. Cr. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0310-12. BIC's Humboldt, Olaya

de las 140 mn entre los 6-8°S, formando un notable frente halino con las ASS (34,8-35,2 ups) frente a los 8°S, este rezago fue parte de lo registrado entre agosto y setiembre 2003 (Cr. 0308-09 Biomasa Desovante) con la llegada de la primera onda Kelvin, que después de impactar en la costa, parte de ella regresó en sentido contrario con la denominación de ondas Rossby (Mc PHADEN 1999).

Valores mayores de 35,1 ups, propios de ASS presentaron una amplia distribución entre los 8 y 18°S, con aproximación a la costa entre Callao y Huarmey y al sur de los 15°S, presentándose en el codo Peruano-Chileno la más alta concentración. Las aguas costeras frías (ACF), se presentaron próximas a la costa y originaron grandes mezclas con las ASS (35,0-35,1 ups), principalmente entre San Juan y Callao y de Salaverry a los 6°S; las ACF se observaron en menor proporción y mezcladas con AES (MORÓN et al. 2011).

**Indicadores biológicos.**- Los indicadores para la primavera 2003 presentaron una distribución normal. *Protoperdinium obtusum*, indicador de ACF se distribuyó desde Paita hasta Callao y en Ilo sólo en las estaciones costeras ampliando su distribución frente a Supe hasta aproximadamente las 60 mn. Mientras que *Ceratium breve*, indicador de AES con TSM de 22 °C y salinidad de 34,8 ups se presentó sólo frente a Puerto Pizarro por fuera de las 60 mn junto con *Ceratium praelongum* indicador de ASS, lo que indicaría mezcla de estas dos masas de agua. Entre tanto, este último indicador más *C. incisum* otro indicador de ASS, se distribuyeron en algunas estaciones al sur de Chimbote por fuera de las 80 mn asociadas a TSM de 19 y 20 °C y salinidades mayores de 35,1 ups (Fig. 7c).

Cabe destacar que las especies termófilas presentaron una amplia distribución a lo largo del litoral observándose hasta muy cerca de la línea costera en Paita, Huarmey-Supe y entre Atico e Ilo.

#### 4. DISCUSIÓN

En el Perú las grandes pesquerías están sostenidas por peces pelágicos en los que la mayoría de las especies son planctívoras o planctófagas alimentándose de fitoplancton, zooplancton y otros pequeños crustáceos. En este contexto, el conocimiento ecológico del fitoplancton es fundamental para comprender la potencialidad productiva de determinadas áreas de los océanos (ALVIAL y AVARIA 1982), principalmente de aquellos donde los procesos de afloramiento son capaces de soportar grandes proliferaciones de peces (GUILLÉN y CALIENES 1981) que constituyen importantes recursos económicos.

Si bien, la biomasa fitoplanctónica es de suma importancia en el ecosistema marino, la composición de las especies es quizás más relevante debido a que, ciertos zooplanctontes herbívoros exhiben una considerable selectividad en su dieta (RAYMONT 1980), lo que podría disminuir las concentraciones de los volúmenes de plancton. Así, en el otoño 2003 (CHANG y DELGADO 2003) se observó que el promedio general de la biomasa planctónica fue 0,66 mL.m<sup>-3</sup> valor que ligeramente se incrementó para este período, el cual no alcanzó a lo obtenido en la primavera 2002 cuando se registró un valor de 1,01 mL.m<sup>-3</sup> (DELGADO et al. 2003). Estos valores no estuvieron dentro del rango

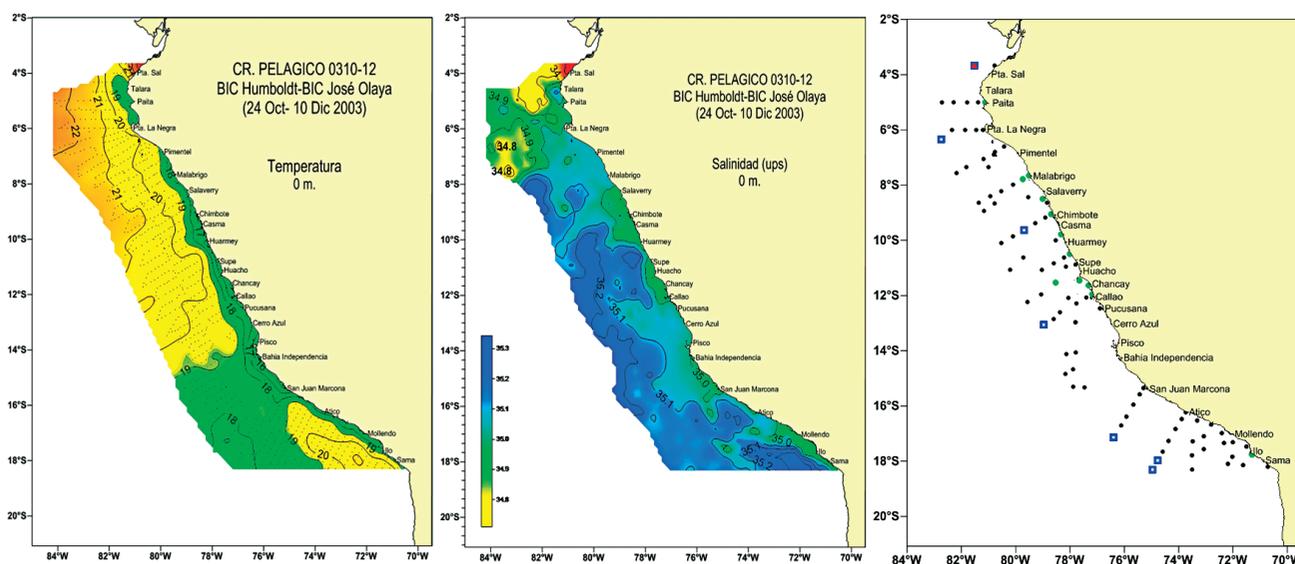


Figura 7.- Distribución superficial de temperatura, salinidad e indicadores biológicos de masas de agua. Cr. Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0310-12. BIC's Humboldt, Olaya

para la costa peruana los cuales superan los  $3,0 \text{ mL.m}^{-3}$  estimados por ROJAS DE MENDIOLA et al. (1985). Con respecto a la distribución de los volúmenes de plancton se apreció una similitud: en ambas evaluaciones los mayores volúmenes se distribuyeron en la zona norte-centro del litoral. Así mismo, en ambos casos la composición de la comunidad fitoplanctónica estuvo conformada por especies sindicadas como alimento óptimo para el recurso anchoveta, lo que significaría una buena disponibilidad tanto en calidad como en cantidad.

En cuanto a la distribución latitudinal se apreció que tanto para esta ocasión como para la primavera 2002 (DELGADO et al. 2003), las mayores concentraciones de biomasa se localizaron al norte de los  $10^{\circ}\text{S}$  dentro de las 30 mn. Similar situación se presentó en el otoño 2003, pero con mayor amplitud hasta los  $14^{\circ}\text{S}$ .

Respecto a la cuantificación de la comunidad del fitoplancton, se puede decir que la riqueza de especies puede constituir un indicativo del activo crecimiento de la comunidad, así tenemos que para el invierno del 2003 y primavera del 2002 se determinó un total de 117 y 113 especies, respectivamente. En esta oportunidad, el incremento del número de especies del fitoplancton fue significativo alcanzando un total de 152 especies, destacando las diatomeas con un incremento superior al 20%.

Los núcleos con altas concentraciones fitoplanctónicas se localizaron al norte y centro del litoral en los perfiles de Paita y Chimbote superando las  $3 \times 10^6$  cel/L, seguido de un tercer núcleo frente al Callao con un valor superior a  $1 \times 10^6$  cel/L. Este último núcleo ya había sido reportado por CHANG y DELGADO (2003) para el invierno del 2003, el cual aún se estuvo manteniendo en biomasa y especies dominantes, teniendo a *Skeletonema costatum*, en ambos períodos. Evaluaciones realizadas durante primavera del 2002 sólo reportaron densidades celulares de  $966 \times 10^3$  cel/L en Atico (40 mn) con la predominancia de fitoflagelados (DELGADO et al. 2003), lo cual indicaría mayor área de distribución para la primavera del 2002.

La comunidad fitoplanctónica se caracterizó por ser una población en activo crecimiento, teniendo a los organismos del nanoplancton como el grupo dominante en gran parte de los perfiles estudiados, superando incluso a las diatomeas. El valor de equidad ( $J'$ ) menor a 0,65 y un índice de diversidad medio de 1,37 bits.cel<sup>-1</sup>, estarían indicando el predominio de pocas especies dominantes. Sin embargo, como en toda comunidad, también se localizaron áreas al norte del litoral (Paita), en donde la diversidad fue mayor a 3,37 bits.cel<sup>-1</sup> (Est. 489) que corresponden a poblaciones maduras (MARGALEF 1968).

Dentro del microplancton, las diatomeas destacaron por presentar tres importantes núcleos (Paita, Chimbote, Callao) con el predominio de especies de la primera fase de la sucesión ecológica, si bien para la primavera 2002 se mantiene esta categoría, la composición especiológica fue diferente conformada por *Detonula pumila*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros curvoisetus* y *Amphora* sp. Los factores ambientales aunados a las sales minerales presentes en el medio así como la selección interespecífica de las especies permitieron una renovación de la comunidad ligada directamente a la calidad de alimento disponible para el recurso pesquero.

De acuerdo al seguimiento de las condiciones océano-atmosféricas por el BAC 2003 señalaron condiciones normales o neutrales para la primavera 2003, donde la TSM en la región norte presentó anomalías positivas de  $+1,5^{\circ}\text{C}$  (Talara) y  $+1,4^{\circ}\text{C}$  (Paita), debido al ingreso de AES lo que estuvo reflejando la presencia del indicador *Ceratium breve* en esta zona tal como normalmente ocurre durante esa época del año, similar situación se presentó para la primavera del 2002 (DELGADO et al. 2003), aunque en esta última fue más fuerte la intromisión de AES observándose frente a Huacho y Chancay por fuera de las 30 mn asociado a temperaturas menores de  $17,0^{\circ}\text{C}$ . En la región sur, también se registró incremento de las temperaturas generando anomalías positivas de  $+0,6^{\circ}\text{C}$  (Mollendo) y  $+0,7^{\circ}\text{C}$  (Ilo), el mismo que estaría relacionado a ciertos pulsos de ingreso de ASS apreciándose a uno de sus indicadores biológicos (*Ceratium incisum*) aunado a una gran diversidad de especies termófilas, mostrando un comportamiento normal para este período, al igual que para la primavera 2002 (DELGADO et al. 2003) pero con menor riqueza de especies termófilas.

## 5. CONCLUSIONES

- Para la primavera del 2003 de acuerdo al seguimiento de las condiciones océano-atmosféricas, estas fueron condiciones normales, obteniéndose un volumen promedio general de plancton de  $0,76 \text{ mL.m}^{-3}$  y una predominancia porcentual del fitoplancton de red del 37%, las especies de afloramiento y neríticas dominaron al norte de Chancay y las diatomeas oceánicas predominaron al sur de Huacho.
- A 10 m de profundidad el fitoplancton de mayor importancia cuantitativa en este período estuvo representado por una población en activo crecimiento, donde el nanoplancton fue el grupo dominante en gran parte de los perfiles. Las mayores concentraciones se localizaron en Paita, Chimbote y Callao, con valores superiores a  $1 \times 10^6$  cel.L<sup>-1</sup>.

- Los indicadores biológicos se distribuyeron tal como normalmente ocurre durante esa época del año.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al personal del Área de Fitoplancton y Producción Primaria por el apoyo en el análisis de muestras y a la Blga. Liz Romero por la actualización de los gráficos en Surfer.

## 7. REFERENCIAS

- ALVIAL A, AVARIA S. 1982. Proliferación de primavera de fitoplancton en la bahía de Valparaíso. II. Dinámica de las comunidades. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 18(1):1-56.
- BALECH E, 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanog. España. 310 pp.
- BOLETIN DE ALERTA CLIMÁTICO. 2003. BAC N° 158. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS): Secretaria General. Guayaquil, Ecuador. 11 pp.
- CHANG F, DELGADO E. 2003. El fitoplancton de invierno en el Crucero de Estimación de biomasa desovante de anchoveta (13 agosto – 16 setiembre 2003). Informe interno del AFPP.
- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5: 1-237.
- DELGADO E, SÁNCHEZ S, CHANG F, VILLANUEVA P, FERNÁNDEZ, C. 2003. La comunidad de fitoplancton del mar peruano en la primavera 2002. Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC's Humboldt, SNP-2 y José Olaya Balandra 0209-11.
- GUILLÉN O, CALIENES R. 1981. Productividad y afloramiento frente a las aguas costeras. Volumen Extraordinario-ICANE. Inst. Mar Perú, Callao, 130-143.
- IBAÑEZ F, SEGUIN F. 1972. Etude du cycle du zooplancton d'Abidjan. Comparaison de plusieurs methodes d'analyses multivariables: composantes principales. Inv. Pesq. 36: 81-108.
- HASLE G, SYVERTSEN E. E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383 pp.
- HEIMDAL B. 1993. Modern Coccolithophorids. In Tomas C. (ed.). Marine Phytoplankton a guide to naked flagellates and coccolithophorids, Cap. 3. Academic Press, Inc. San Diego. 147-235 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. Osterreich und der Schqueiz mit Beucksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angerzenden Meerresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971 1971: 920 pp.
- MCPHADEN, M. J.1999. Genesis and evolution of the 1997-1998 El Niño, Science, 283, 950-954 pp.
- MARGALEF R. 1968. Perspectives in ecology theory. The Chicago University Press. Chicago: 111pp.
- MORÓN O, TELLO E, DOMÍNGUEZ N. 2011. Aspectos oceanográficos en primavera 2003: Crucero pelágico BIC Humboldt y Olaya 0310-12. Inf Inst Mar Perú. 38(1): 81-87
- RAYMONT J. 1980. Plankton and productivity in the oceans. Vol. 1. Phytoplankton, 2 ed. Pergamon Press. England. 489 p.
- 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. Extraord. Inst Mar Perú: 33-40.
- SCHILLER J. 1971. a. Dinoflagellate (peridinae) in monographischer Behandlung.2 Tell. En: L. Rabenhortst (ed). Kriptogamen-Flora von Deutchland, Osterreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol. 10 Section 3, Parte 1: 617 pp.
- SCHILLER J. 1971. b. Dinoflagellate (peridinae) in monographischer Behandlung.2 Tell. En: L. Rabenhortst (ed). Kriptogamen-Flora von Deutchland, Osterreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol. 10 Section 3, Parte 2: 589 pp.
- SHANNON C, WEAVER M.1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press Urbana. 125 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 pp.
- STEIDINGER K, TANGEN K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 387-570pp.
- 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, París: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. 7-145 pp.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. Inst. Mar Perú, Callao 11:25-26.
- UTERMÖHL H. 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton methodik Mitt. Inter. Ver. Limnol. 9: 1-38.