



ISSN 0378-7702

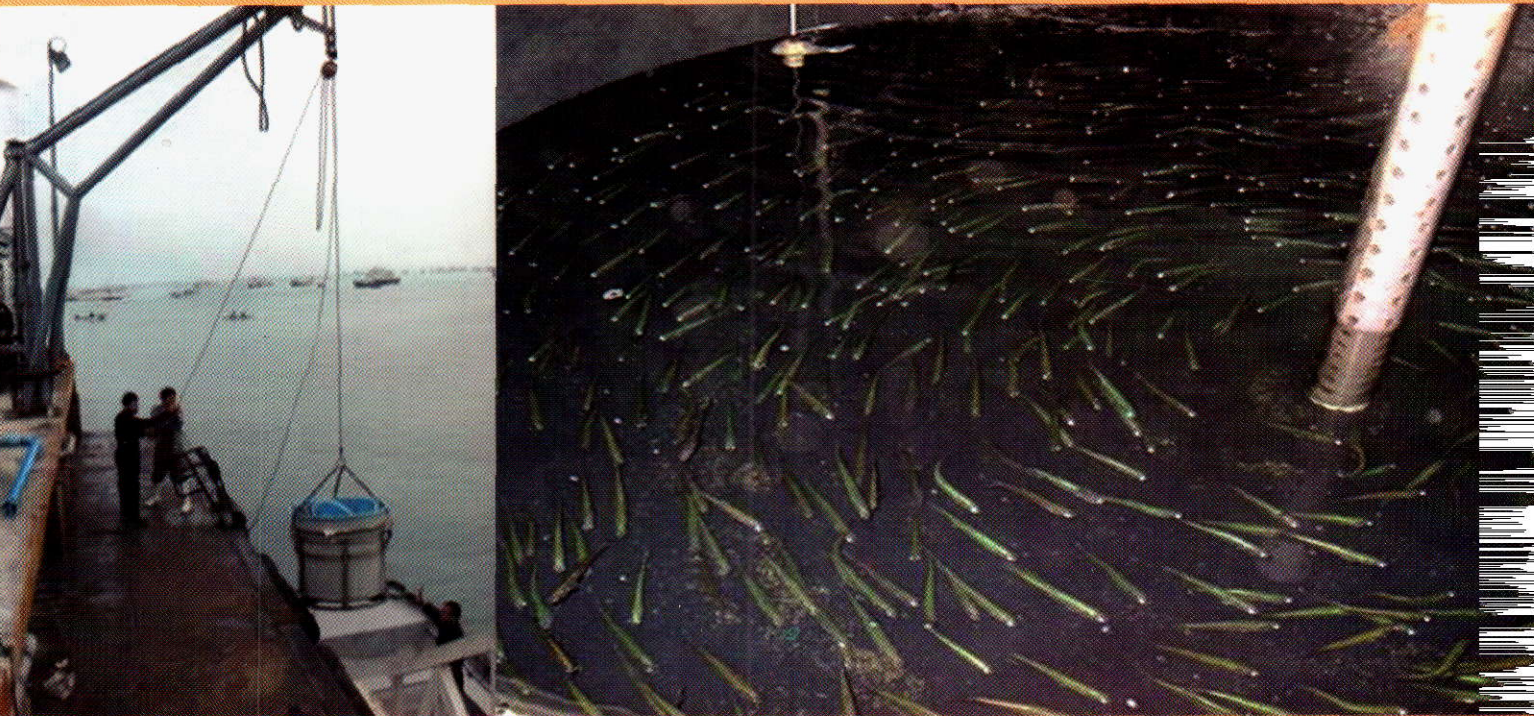
# INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# INFORME

Volumen 34

Número 3

- **Crucero de evaluación de la biomasa desovante de la anchoveta en la zona norte-centro del mar peruano ( $3^{\circ}30'$  a  $15^{\circ}S$ ) por el Método de Producción de Huevos (MPH) durante el invierno 2002**  
-----
- **Ballena Bryde *Balaenoptera brydei* (Olsen)**
- **Ambiente marino en Huarney. Otoño 2000**
- **Captura y acondicionamiento en cautiverio de la anchoveta**



Julio - Septiembre 2007

Callao, Perú

## CONDICIONES HIDROQUÍMICAS FRENTE A LA COSTA NORTE-CENTRO DEL PERÚ EN EL INVIERNO 2002

### HYDROCHEMICAL CONDITIONS OFF NORTH-CENTRAL PERUVIAN COAST IN WINTER 2002

Georgina Flores Gonzales<sup>1</sup> Jesús Ledesma Rivera<sup>1</sup>  
Carlos Robles Cáceres<sup>1</sup> Miguel Sarmiento Díaz<sup>1</sup>

#### RESUMEN

FLORES G, LEDESMA J, ROBLES C, SARMIENTO M. 2007. *Condiciones hidroquímicas frente a la costa norte-centro del Perú en el invierno 2002*. Inf. Inst. Mar Perú 34(3): 233-240.- El crucero para estimación de la biomasa desovante de la anchoveta, BIC Olaya y SNP2 0208, se realizó de caleta La Cruz (3°40'S) a Punta Infiernillos (15°S) hasta 120 mn, del 7 al 31 de agosto 2002. Se determinó oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila-a. En la superficie del mar, la isoxígena de 5 mL/L que limita las aguas costeras frías (ACF) se encontró replegada hacia la costa entre Pimentel y Pucusana, por la proyección de las aguas subtropicales superficiales (ASS), y existieron grandes procesos de mezcla de esa masa de agua y las ACF. La biomasa fitoplanctónica en términos de clorofila-a fue alta (1,0 a 17 µg/L), especialmente asociada a altas concentraciones de nutrientes (fosfatos, nitratos y nitritos); sólo en una banda muy costera; los silicatos mostraron valores más bajos (>5 mL/L) en una amplia distribución.

PALABRAS CLAVE: Condiciones hidroquímicas, oxígeno disuelto, clorofila-a, nutrientes, invierno 2002, mar peruano.

#### ABSTRACT

FLORES G, LEDESMA J, ROBLES C, SARMIENTO M. 2007. *Hydrochemical conditions off the north-central Peruvian coast in winter 2002*. Inf. Inst. Mar Perú 34(3):233-240.- The cruise to estimate the Peruvian anchoveta spawning biomass, BIC Olaya and SNP2 0208, was carried out from Caleta La Cruz (3°40' S) to Punta Infiernillos (15°S) up to 120 nm, during August 7<sup>th</sup> to 31<sup>st</sup>, 2002. Dissolved oxygen, nutrients and chlorophyll-a were analyzed. In the surface of the sea, the 5.0 mL/L isoxygen line, that limits the cold coastal waters (CCW) was impelled towards the coast in front of the area from Pimentel to Pucusana, by the projection of subtropical superficial waters (SSW), and great processes of mixture of that water mass with CCW were recorded. The phytoplankton biomass in chlorophyll-a terms, was high (1.0 to 17 µg/L), associated to high concentrations of nutrients (phosphates, nitrates and nitrites) in a narrow band near to the coast; the silicates displayed values <5 mL/L in a vast distribution.

KEYWORDS: Hydrochemical conditions, dissolved oxygen, chlorophyll-a, nutrients, winter 2002, Peruvian sea.

#### INTRODUCCIÓN

El crucero 0208 estuvo enfocado a la estimación de la biomasa desovante de anchoveta, por el Método de Producción de Huevos (MPH). Se conoce que este recurso desova durante todo el año, con dos picos principales de desove, el primero en el verano y el segundo en invierno, siendo este último el de mayor intensidad (SANTANDER y FLORES 1983). De allí la importancia de su evaluación en la estación de invierno asociado a las condi-

ciones físicas, químicas y biológicas. El presente informe presenta los resultados de la componente química.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

El Crucero BIC Olaya y SNP2 0208, operó desde Caleta La Cruz (3°40'S) a Punta Infiernillos (15°S), hasta una distancia de 120 mn de la costa.

Se obtuvieron muestras de agua para determinar oxígeno

disuelto, nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos, nitritos) y clorofila-a. En las estaciones de superficie se tomaron muestras con un balde plástico, y en las estaciones hidrográficas se lanzaron botellas Niskin a profundidades estándar (10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300 m). Se colectaron 280 muestras para determinar oxígeno disuelto, 262 para nutrientes y 268 para clorofila-a. La forma de muestreo y los métodos de análisis fueron los empleados por el IMARPE en esta clase de estudios (Ver referencias).

1. Unidad de Investigaciones en Oceanografía Química. DIO. IMARPE.

## RESULTADOS

### Características en la superficie del mar

**Oxígeno disuelto.-** El mínimo valor (2,47 mL/L) se registró al sur de punta La Negra y el máximo (7,48 mL/L) frente a punta Gobernador; núcleos de 6-7 mL/L se localizaron también frente a Pisco, Pucusana y Chancay. En las zonas muy costeras de punta La Negra, Pimentel, Chimbote, punta Lobos a Huacho y al sur de Pisco, predominaron cantidades <4 mL/L, asociadas a procesos de afloramiento costero (Figura 1a).

**Clorofila-a.-** La biomasa fitoplanctónica, en términos de clorofila-a, mostró valores altos en gran parte del área estudiada. Máximos hasta de 17 µg/L se encontraron entre Punta La Negra y Paita. Valores <1,0 µg/L, hallados al sur de Chimbote hasta sur de Callao, caracterizaron la zona de advección de

las ASS, condición que fue diferente al norte de Chimbote (>5 µg/L) aún con la presencia de las ASS (Figura 1b).

**Nutrientes.-** En la superficie del mar, los valores altos de fosfatos fueron mayores en la banda costera entre Punta Sal y Punta Infiernillos (2,5 µg-at/L). Las concentraciones <0,5 µg-at/L, se registraron al norte de Punta La Negra debido a la incursión de las AES y a la mezcla de ASS y ACF. Las áreas de afloramiento estuvieron delimitadas por la isolinéa de 2,0 µg-at/L (Figura 2a).

Los silicatos con similar distribución a fosfatos tuvieron bajas concentraciones (<5 µg-at/L) en tres registros: al norte de Paita debido a la influencia de las aguas cálidas; al sur, frente a Mórrope hasta Chicama; y desde Punta Chao a Cerro Azul, posiblemente debido a un mayor consumo por el fitoplancton. Las más altas (10-25 µg-at/L se encontraron en

áreas de afloramiento (norte de Chimbote, Supe y sur del Callao) (Figura 2b).

Los nitratos presentaron concentraciones altas (5-20 µg-at/L). Los nitritos tuvieron un rango entre 0,08 a 1,99 µg-at/L (Figuras 3a y 3b).

### Distribución vertical de oxígeno, clorofila-a y nutrientes

**Sección Paita.-** Las concentraciones de oxígeno disuelto fluctuaron entre 0,24 hasta 5,64 mL/L desde la superficie hasta 300 m de profundidad. La oxiclina fue moderada por encima de los 50 m. La profundización de las isoxígenas de 1 y 2 mL/L, asociadas a las isoterms de 14 y 15 °C indicó la presencia de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC). La mínima de oxígeno se encontró entre 200 y 300 m de profundidad (Figura 4a).

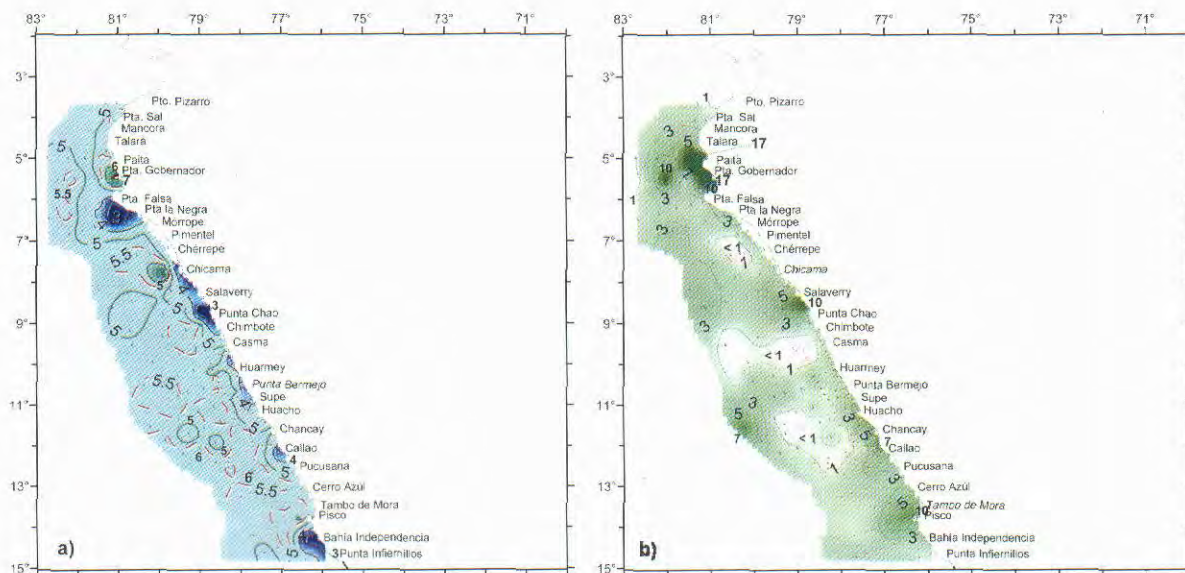


Figura 1.- Distribución superficial de: a) Oxígeno (mL/L) y b) Clorofila-a (µg/L). Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

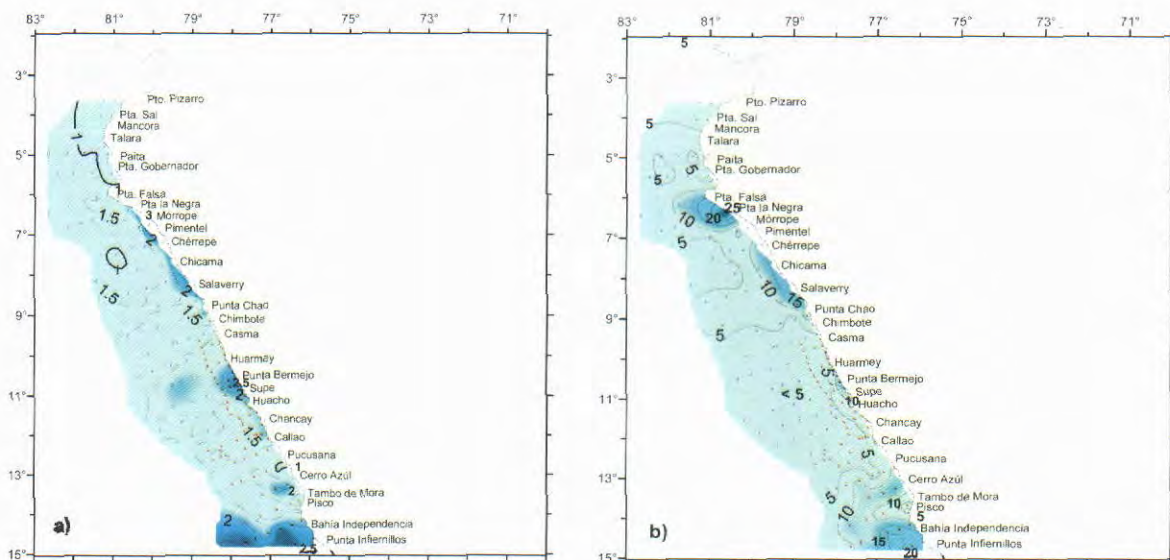


Figura 2.- Distribución superficial de: a) Fosfatos (ug-at/L) y b) Silicatos (ug-at/L).  
 Cruce para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

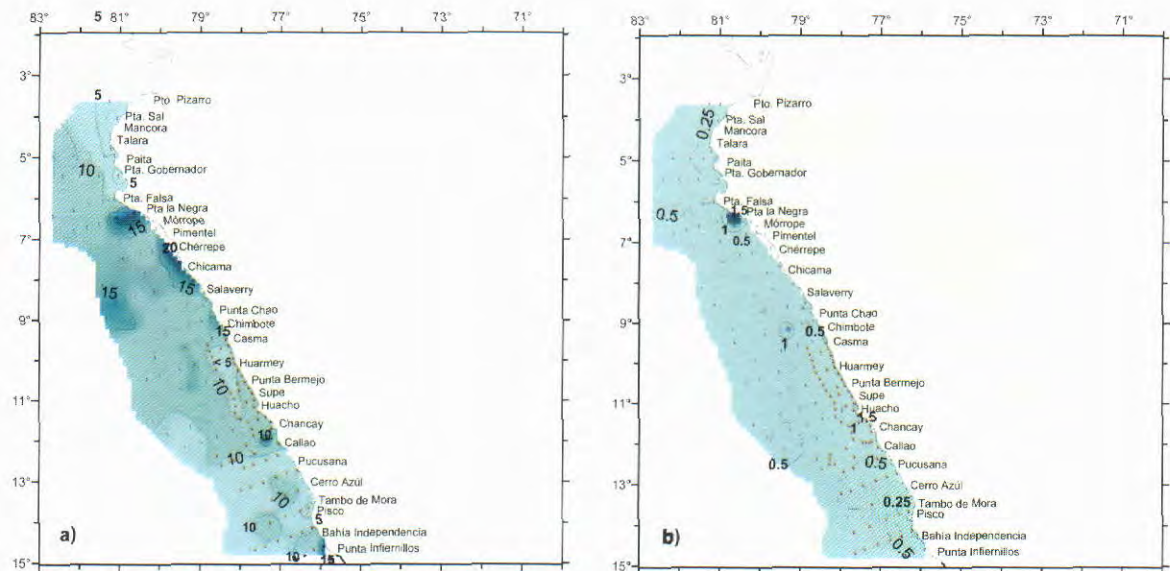


Figura 3.- Distribución superficial de: a) Nitratos (ug-at/L) y b) Nitritos (ug-at/L).  
 Cruce para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

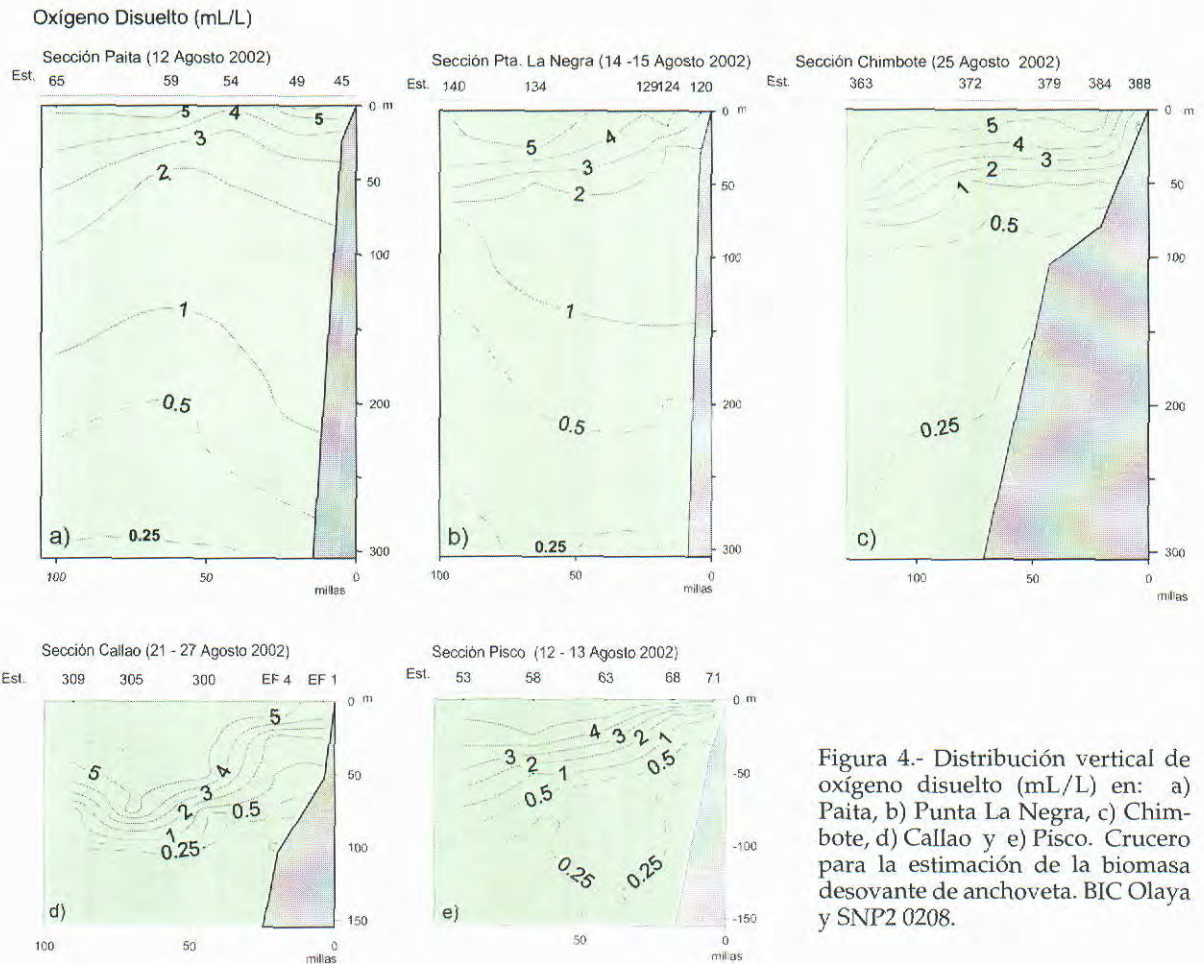


Figura 4.- Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L) en: a) Paita, b) Punta La Negra, c) Chimbote, d) Callao y e) Pisco. Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

La máxima concentración de clorofila-a (24  $\mu\text{g/L}$ ), se halló entre 10 m a 25 mn; disminuyó aproximadamente a 90 mn hasta 0,5  $\mu\text{g/L}$ , en relación con procesos de mezcla por la interacción de las AES, ACF y ASS (Figura 5a).

La distribución de nutrientes dentro de la columna de agua fue de valores altos por debajo de los 10 m (fosfatos >1  $\mu\text{g-at/L}$ , silicatos y nitratos >5  $\mu\text{g-at/L}$ , y nitritos de 0,25 a 1,0  $\mu\text{g-at/L}$ ) (Figura 6).

**Sección Punta La Negra.-** Lo mismo que en Paita, la oxiclina se presentó moderada dentro

de las 30 mn; debido a procesos de afloramiento se encontraron valores <4 mL/L en superficie. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se localizó por debajo de los 150 m de profundidad (Figura 4b).

La biomasa fitoplanctónica disminuyó de 2 a 1  $\mu\text{g/L}$ , en comparación con la sección de Paita (Figura 5b).

La distribución de nutrientes siguió el patrón estacional con valores de afloramiento (> 1,5  $\mu\text{g-at/L}$  de fosfatos, 10  $\mu\text{g-at/L}$  de silicatos, nitratos y nitritos entre 0,5-2,0  $\mu\text{g-at/L}$ ) (Figura 7).

**Sección Chimbote.-** La oxiclina estuvo conformada por isoxígenas de 1-5 mL/L sobre los 80 m, debilitándose en la zona costera. El afloramiento costero estuvo restringido dentro de las 20 mn por la presencia de las ASS (Figura 4c).

El máximo de clorofila-a (2,5  $\mu\text{g/L}$ ) se ubicó en la capa de 25 m (estación 384) dentro de las 25 mn, asociado a contenidos de oxígeno de 4 mL/L (Figura 5c).

La fuerte incidencia de las ASS entre los 0 a 70 m no afectó la distribución de fosfatos, nitratos y nitritos; pero los silicatos mostraron concentracio-

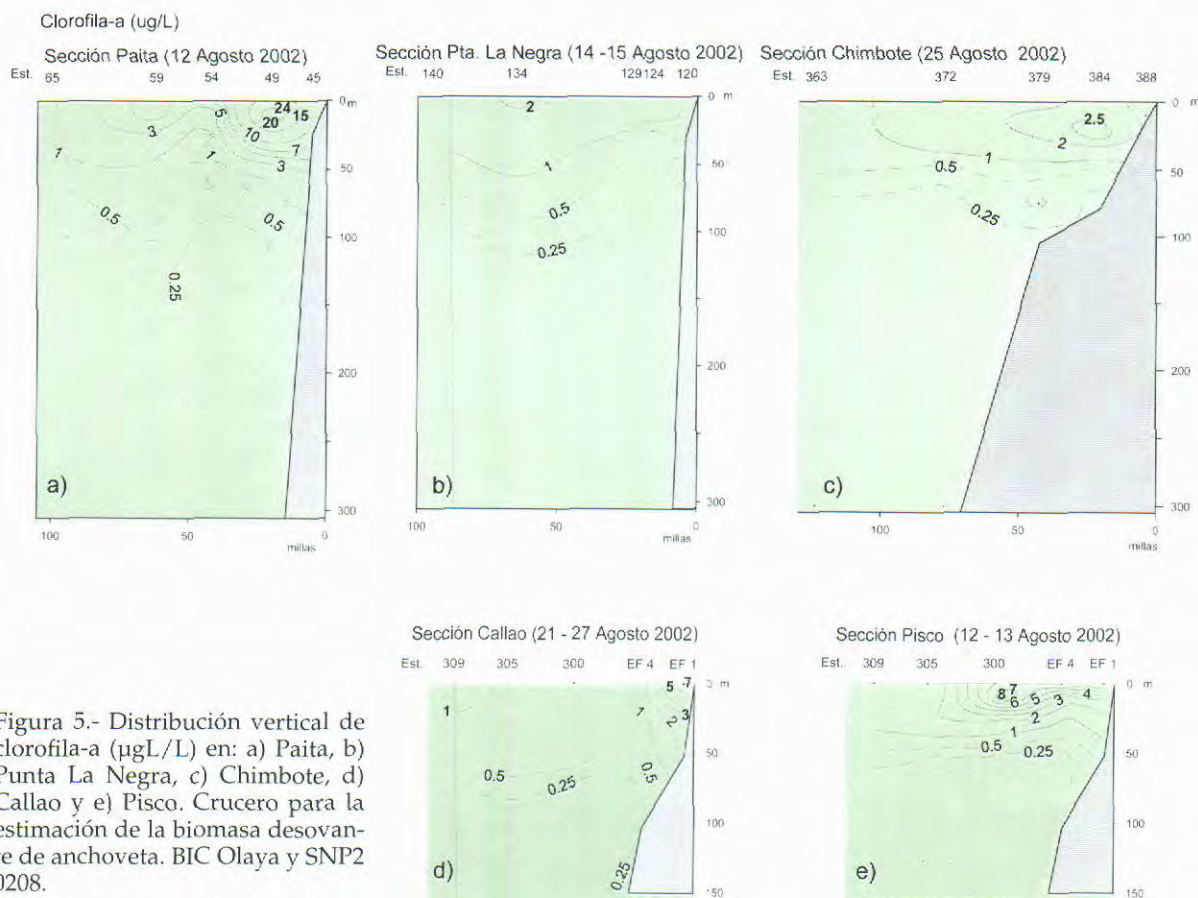


Figura 5.- Distribución vertical de clorofila-a ( $\mu\text{g/L}$ ) en: a) Paita, b) Punta La Negra, c) Chimbote, d) Callao y e) Pisco. Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

nes más bajas ( $<5 \mu\text{g-at/L}$ ) en la capa de 0 a 25 m por fuera de las 20 mn. Los nitritos alcanzaron valores hasta de  $3,5 \mu\text{g-at/L}$  a 200 m. (Figura 8).

**Sección Callao.-** La distribución vertical de oxígeno mostró una capa irregular entre 0 a 40 m con concentraciones  $<5 \text{ mL/L}$ , por la influencia de la ASS profundizándose la oxiclina hasta 90 m y a una distancia aproximada de 70 mn de la costa. La mínima de oxígeno se ubicó entre 70 y 95 m (Figura 4d).

Debido a una mayor penetración de las ASS en esa area, la distribución de clorofila-a

presentó dos áreas, la primera dentro de las 30 mn de la costa ( $1 - 7 \mu\text{g/L}$ ) y la segunda mas alejada, por fuera de las 80 mn ( $1,0 \mu\text{g/L}$ ) (Figura 5d).

En referencia a los nutrientes, el hundimiento de la nutriclina estuvo en relación con la ubicación de la oxiclina y termoclina, por la proyección de las ASS hacia el sur (Figura 9).

**Sección Pisco.-** En la columna de agua, el oxígeno disuelto alcanzó  $0,19$  a  $6,16 \text{ mL/L}$ . La oxiclina, moderada, ascendió según su cercanía a la costa (Figura 4e).

La distribución de clorofila-a

presentó concentraciones altas de 2 a  $7 \mu\text{g/L}$ . Así mismo, en el nivel de 10 m se localizó un máximo subsuperficial ( $8 \mu\text{g/L}$ ) dentro de las 40 mn, que estuvo asociado a una mayor oxigenación ( $4-6 \text{ mL/L}$ ) (Figura 5e).

Los nutrientes presentaron mayores concentraciones respecto a los otros perfiles debido al predominio de las ACF en la zona sur (Figura 10).

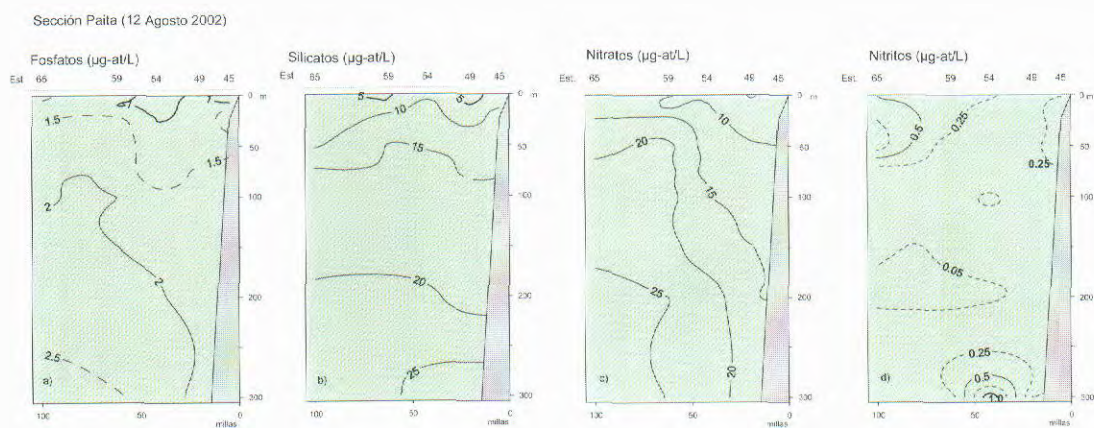


Figura 6.- Distribución vertical de nutrientes frente a Paita: a) Fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), b) Silicatos, c) Nitratos y d) Nitritos ( $\mu\text{g-at/L}$ ). Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

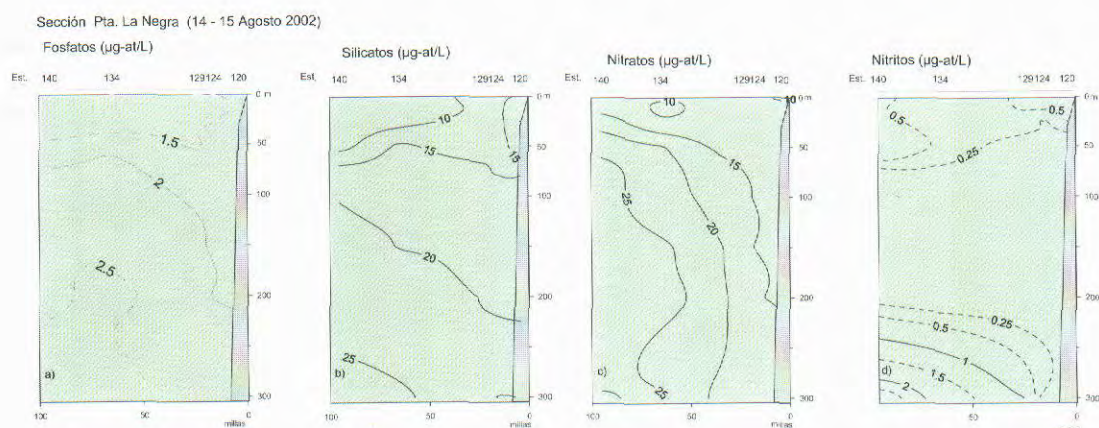


Figura 7.- Distribución vertical de nutrientes frente a Pta. La Negra a) Fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), b) Silicatos, c) Nitratos y d) Nitritos ( $\mu\text{g-at/L}$ ). Sección Punta Falsa. Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

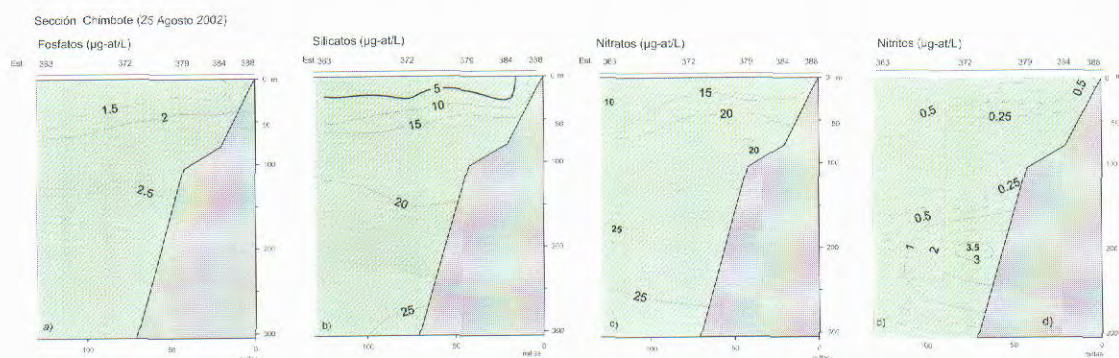


Figura 8.- Distribución vertical de nutrientes frente a Chimbote, a) Fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), b) Silicatos, c) Nitratos y d) Nitritos ( $\mu\text{g-at/L}$ ). Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

Sección Callao ( 21 - 27 Agosto 2002)

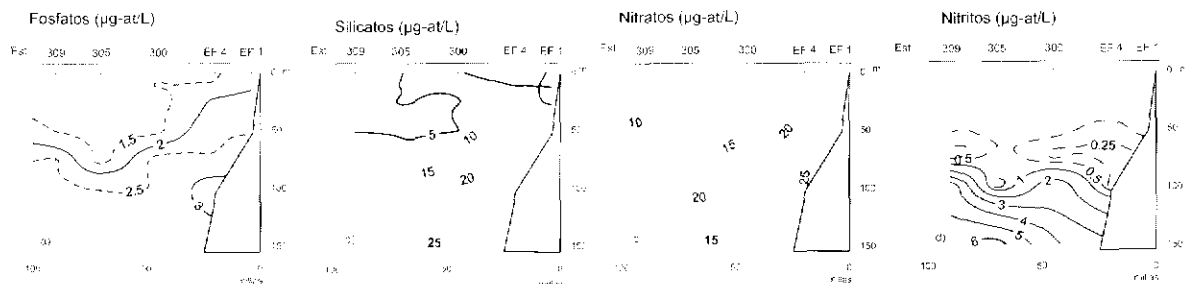


Figura 9.- Distribución vertical de nutrientes frente al Callao, a) Fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), b) Silicatos, c) Nitratos y d) Nitritos ( $\mu\text{g-at/L}$ ). Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

Sección Pisco (12 - 13 Agosto 2002)

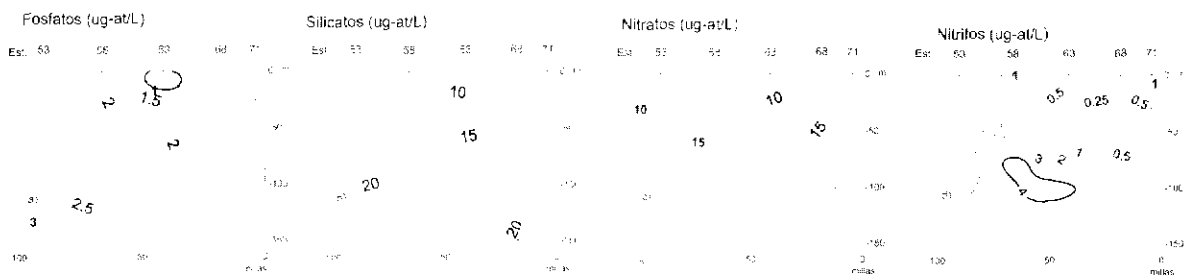


Figura 10.- Distribución vertical de nutrientes frente a Pisco, a) Fosfatos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), b) Silicatos, c) Nitratos y d) Nitritos ( $\mu\text{g-at/L}$ ), sección Callao. Crucero para la estimación de la biomasa desovante de anchoveta. BIC Olaya y SNP2 0208.

## DISCUSIÓN

Durante el crucero 0208, en la superficie del mar se apreció una mayor oxigenación de las aguas; alcanzó valores  $>5$  mL/L, debido a procesos de mezcla de aguas (ATS, AES, ASS y ACF), y mayor actividad fotosintética, que fortaleció la producción biológica, que llegó hasta  $17 \mu\text{g/L}$  de clorofila-a, entre Punta La Negra y sur de Talara, característica atípica para la estación de invierno.

Las bajas concentraciones de clorofila-a ( $<1,0 \mu\text{g/L}$ ) frente a Casma hasta Callao, guardaron estrecha relación con la distribución de salinidad, la que indicó una mayor penetración de las ASS hacia la zona costera.

Las áreas de afloramiento se distinguieron por presentar valores  $<4$  mL/L de oxígeno fren-

te a Punta La Negra, Pimentel, Chimbote, Punta Lobos-Huacho y al sur de Pisco asociados a un reciente afloramiento costero.

La distribución superficial de nutrientes al norte de Paita fue pobre ( $<1,0 \mu\text{g-at/L}$  fosfatos,  $<5 \mu\text{g-at/L}$  silicatos y nitratos), debido a la presencia de las ATS y AES; sin embargo, al sur de Punta La Negra el contenido de los fosfatos y nitratos no fue afectado, manteniendo sus concentraciones. Los silicatos, en un área más extensa, tuvieron concentraciones bajas,  $<5 \mu\text{g-at/L}$ , debido a un mayor consumo biológico y a la influencia de la mezcla de aguas (ASS y ACF) y a las ASS.

En la distribución vertical de oxígeno se encontró una oxiclina moderada en Paita, Punta La

Negra y Pisco; sin embargo, en Chimbote la distribución tuvo una intensa incidencia de las ASS restringiendo las ACF dentro de las 20 mn. En el Callao, la distribución fue atípica por la proyección hacia el sur de las ASS ocasionando la profundización de la oxiclina hasta los 90 m. Por otro lado, la isoxígena de  $1 \text{ mL/L}$  que se encontró asociada la isoterma de  $15^\circ\text{C}$  varió latitudinalmente en profundidad, y se registró en Paita entre 125-210 m; en Punta La Negra entre 75-150 m, en Chimbote de 50-75 m, en el Callao 50-80 m y en Pisco 10-75 m.

Comparando con el crucero del invierno 2001 (BIC Olaya 0108-09), se pudo observar que, en agosto-septiembre 2001, la isoxígena de  $5 \text{ mL/L}$ , que limi-



ta las ACF, tuvo una amplitud hasta las 170 mn, replegándose a la costa hasta las 12 mn en el Callao. Así mismo, las concentraciones de nutrientes fueron mayores (1,0-2,5 ug-at/L fosfatos, 5-25 ug-at/L silicatos y 15-20 ug-at/L de nitratos) lo que indica un mayor aporte de sales nutritivas. En este cruce de invierno 2002 (BIC Olaya 0208), estas características fueron diferentes, pues en la isoxígena de 5 mL/L se encontró un mayor replegue hacia la costa frente a la zona desde Pimentel a Pucusaña, ampliándose su distribución al norte de Mórrope, hasta las 80 mn y al sur frente a Bahía Independencia hasta las 90 mn. Las concentraciones de nutrientes

fueron menores en comparación con las del invierno 2001 debido a una mayor penetración de las ASS hacia la zona costera y a una intensa mezcla de aguas.

La biomasa fitoplanctónica, en términos de clorofila-a, en el invierno 2001 tuvo las mayores concentraciones entre Cerro Azul y Callao a Chancay (16 – 9 µg/L), además de Chimbote a Chicama (10-15 µg/L). En el invierno 2002 la distribución fue irregular e incrementó en los centros de afloramiento, con el máximo de 17 µg/L entre Punta La Negra y Paita. Al norte de Chimbote toda el área de estudio presentó concentraciones mayores de 1 µg/L hasta las 120 mn; esta característica fue

diferente, más pobre, en el área entre Casma y Callao, donde hubo mayor incidencia de las ASS, sin embargo dentro de las 10 y 60 mn entre Huarmey hasta el sur de Pisco, la concentración varió entre 2 a 10 µg/L.

Comparando la distribución de variables químicas y de clorofila-a, con los patrones estacionales de ZUTA y GUILLÉN (1970) y de CALIENES et al. (1985), se encontró que los resultados no coincidieron en la distribución promedio, debido al desplazamiento de ATS y AES al norte de Paita; y al sur de Paita, por la mayor incidencia de las ASS hacia la zona costera.

## CONCLUSIONES

1.- El régimen hidroquímico mostró concentraciones altas de nutrientes en la superficie del mar, en la banda costera, a excepción de los silicatos (<5 ug-at/L), por mayor consumo biológico y debido a la mezcla de masas de agua.

2.- La distribución de oxígeno disuelto reflejó la intensa actividad fotosintética en la franja costera, donde predominaron concentraciones de clorofila-a de 1 a 17 µg/L.

3.- La distribución de oxígeno disuelto, clorofila-a y nutrientes, asociada a la distribución de temperatura y salinidad en las áreas de Pimentel, Chimbote a Casma y Punta Bermejo originó dos frentes o áreas de mezcla de condiciones favora-

bles para la distribución del recurso anchoveta.

## REFERENCIAS

CALIENES R, GUILLÉN O, LOSTANAU N. 1985. Variabilidad espacio-temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú. 10(1). 44 pp.

CARRIT D, CARPENTER J. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modification of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24: 286-318.

FLORES G, ROBLES C, SARMIENTO M. 2001. Condiciones hidroquímicas frente a la costa norte-centro del Perú durante el invierno 2001. Inf. Interno. Inst. Mar Perú.

HOLM-HANSEN A, LORIKZEN C, HOLMES R, STRICKLAND J. 1965. Fluorometric determination of Chlorophyll. J. Cons. Perm. Explor. 30: 3-15.

SANTANDER H, FLORES R. 1983. Los desoves y distribución larval de cuatro especies pelágicas y sus relaciones con las variaciones del ambiente marino frente al Perú. En: actas de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos. FAO Fisheries Report N° 291, Vol. 3.

STRICKLAND J, PARSON T. 1972. Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167.

UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides. 12. 53 pp. Manual y guías N° 12.

YENTSCH C, MENZEL D. 1963. A method for determination phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. Deep Sea res. 10: 221 – 231.

ZUTA S, GUILLÉN O. 1972. Oceanografía de las aguas costeras peruanas. Bol. Inst. Mar Perú 3(5): 291 pp.