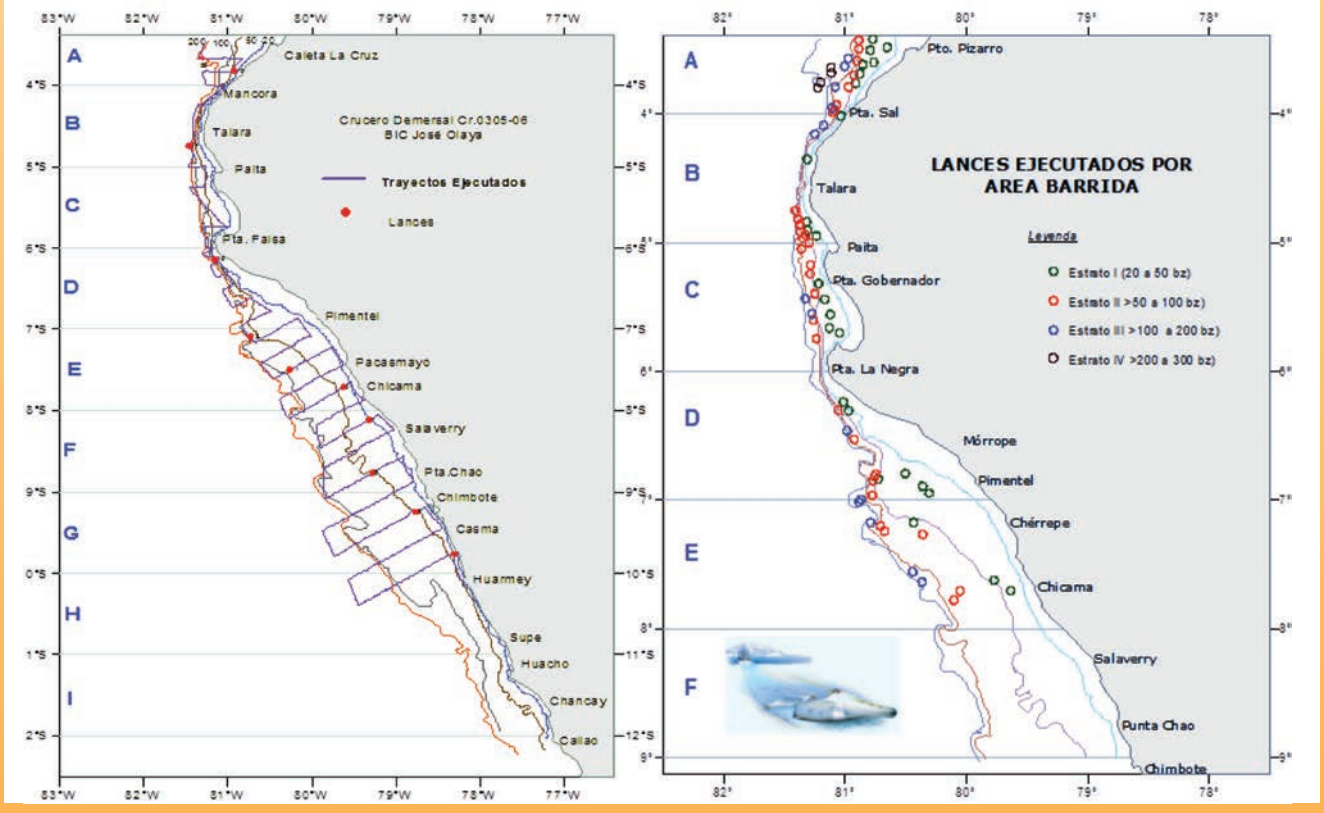
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 38, Número 2

La merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg evaluada en el otoño del 2003



Abril - Junio 2011
Callao, Perú

CONDICIONES HIDROQUÍMICAS DEL MAR PERUANO EN OTOÑO 2003. CRUCERO BIC OLAYA 0305-06

PERUVIAN SEA HYDROCHEMICAL CONDITIONS IN AUTUMN 2003. CRUISE RV OLAYA 0305-06

Jesús Ledesma *Georgina Flores*
Área de Hidroquímica. Dirección de Oceanografía. IMARPE

RESUMEN

Ledesma J, Flores G. 2011. Condiciones hidroquímicas del mar peruano en otoño 2003. Crucero BIC Olaya 0305-06. Inf Inst Mar Perú 38(2): 177-183.- Este crucero se desarrolló entre el 20 de mayo al 18 de junio 2003, de Puerto Pizarro a Huarmey, hasta 80 mn de la costa. Se relacionan las condiciones hidroquímicas con los recursos demersales, enfatizando en los niveles de oxigenación. Las observaciones más importantes fueron: (1) La Extensión Sur de la Corriente de Cromwell se localizó al norte de 9°S, frente a Punta Chao. (2) Los promedios de oxígeno disuelto registrados en las secciones verticales a los 100 m fueron: 1,74 mL/L en Puerto Pizarro; 1,55 mL/L en Paita; 1,29 mL/L en Punta Falsa; 0,69 mL/L en Chicama y 0,27 mL/L en Chimbote. (3) En la columna de agua, las concentraciones de oxígeno de 0,45 a 2,18 mL/L se encontraron asociadas a los siguientes rangos de nutrientes: fosfatos, 1,43–2,39 uM; silicatos 12,26–24,97 uM; nitratos, 16,13–25,70 uM. (4) El afloramiento fue más intenso frente a Chicama, cuyos valores en superficie fueron: oxígeno 1,40 mL/L; temperatura 15,4 °C; fosfatos 2,63 μM; silicatos 24,33 μM; nitratos 13,72 μM.
Palabras clave: condiciones hidroquímicas, otoño 2003, ESCC, mar peruano.

ABSTRACT

Ledesma J, Flores G. 2011. Peruvian sea hydrochemical conditions in autumn 2003. Cruise RV Olaya 0305-06. Inf Inst Mar Perú 38 (2): 177-183.- This cruise was carried out from May 20th to June 18th 2003, from Puerto Pizarro to Huarmey, up to 80 nm offshore. Hydrochemical conditions were related to demersal resources, emphasizing oxygenation levels. The most important observations were: (1) The Southern Extension of the Cromwell Current was located north of 9°S, in front of Punta Chao. (2) The average dissolved oxygen recorded in the vertical sections at 100 m were: 1.74 mL/L in Puerto Pizarro, 1.55 mL/L in Paita, 1.29 mL/L in Punta Falsa, 0,69 mL/L in Chicama and 0.27 mL/L in Chimbote. (3) In the column of water, oxygen concentrations of 0.45 to 2.18 mL/L were associated with the following ranges of nutrients: phosphate (1.43 to 2.39 μM), silicates (12, 26 to 24.97 μM) and nitrates (from 16.13 to 25.70 μM). (4) The upwelling was more intense in front of Chicama, surface values were oxygen 1.40 mL/L, temperature 15.4 °C, phosphates 2.63 μM, silicate 24.33 μM, nitrate 13.72 μM.
Keywords: hydrochemical conditions, fall 2003, SECC, Peruvian sea.

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2002, en la zona de Paita predominaron anomalías térmicas en la superficie del mar (ATSM) >1,0 °C, y se consideró como un periodo El Niño de débil a moderado; estas condiciones cálidas favorecieron al recurso merluza, sumado a escenarios favorables del 2002, y la suspensión, durante 18 meses, de la extracción de la especie desde setiembre 2002.

En marzo del 2003 se realizó el II Panel Internacional de Expertos "Evaluación de la Merluza Peruana", reconociéndose riesgos significativos para el stock de merluza, y una estrecha vinculación con la corriente de Cromwell.

Durante el Crucero Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 0302-04, al norte de Paita, se registraron condiciones próximas a lo normal, hubo influencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES). Las Aguas Costeras Frías (ACF) se presentaron con amplitud variable hasta Huarmey, formando grandes zonas de mezcla con aguas subtropicales superficiales (ASS) con mayor incidencia al sur de Pisco.

Este informe corresponde al trabajo realizado durante la Segunda Etapa del Crucero BIC Olaya 0305-06 de Investigación de los Recursos Demersales y Estudios Paleoceanográficos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió desde la frontera norte hasta los 10°S (Huarmey), efectuándose 20 estaciones hidrográficas en cinco secciones: Puerto Pizarro, Paita, Punta Falsa, Chicama y Chimbote y 33 estaciones superficiales (Fig. 1).

La toma de muestras superficiales se realizó con un recipiente plástico (balde), y las de profundidad con botellas Niskin a niveles estándares de: 10, 25, 50, 75, 100, 200 y 300 m.

Se colectaron 255 muestras para oxígeno disuelto, 141 para clorofila-a y 166 para nutrientes.

La determinación de oxígeno disuelto se efectuó a bordo empleando el método de Winkler modificado por Carrit y Carpenter (1966). Para la determinación de clorofila-a se utilizó el método fluorométrico Holm Hansen (1965).

La cuantificación de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos, se realizó de acuerdo a las técnicas y modificaciones dadas por Strickland y Parsons (1972), con el espectrofotómetro Lambda 40 marca Perkin Elmer. Las concentraciones de nutrientes en el agua de mar se expresan en μM (μmol/L). En publicaciones anteriores (ej. Calienes et al. 1985), las unidades se enuncian en μg-at/L; sin embargo, la conversión no cambia

a la magnitud por ser el factor de 1 μM/(μg-at/L). En el contexto internacional la unidad más empleada es μM (Henrichs y Farrington 1984, Waser et al. 1998; Paytan y McLaughlin 2007).

RESULTADOS

Distribución horizontal

Oxígeno disuelto
El oxígeno disuelto (OD) en superficie varió de 1,40 a 5,65 mL/L; los procesos de afloramiento presentaron valores <4,0 mL/L, coincidentes con Aguas Costeras Frías (ACF) que predominaron al sur de Punta Falsa cuyas isoxígenas fueron de 2,0 a 4,0 mL/L. En las aguas cálidas del norte, el rango de OD (3,03 a 5,65 mL/L) decreció a <4,0 mL/L hacia la costa de Paita. El oxígeno en superficie generalmente estuvo ligado a temperaturas de 16,0 a 18,0 °C. La variación latitudinal del oxígeno mostró menores concentraciones en latitudes de 5°S a 7°S, con relación al proceso de afloramiento (Fig. 2).

A 100 m de profundidad, las isoxígenas de 0,5 a 2,0 mL/L se relacionaron con la ESCC, la cual fue debilitándose al sur del grado 8°S. El promedio de oxígeno fue 1,25 mL/L asociado a temperaturas de 14,08 a 15,29 °C.

A nivel de fondo, el oxígeno disuelto varió de 0,15 a 3,89 mL/L; los tenores más elevados se hallaron al norte de Pimentel, con isoxígenas 1,0 a 3,0 mL/L, que limitaron con concentraciones de oxígeno de 0,25 a 0,5 ml/l tanto al sur como al oeste, debido a la mayor profundidad (Figs. 3 y 4).

Clorofila-a
La clorofila-a en superficie se presentó pobre entre Pimentel y Puerto Pizarro, excepto en la zona frente a Paita con máxima 5,53 μg/L. Los bajos valores de clorofila-a se debieron a la presencia de aguas cálidas del norte, con un mínimo de 0,33 μg/L a 70 mn frente a Punta Falsa, describiendo dos regiones una *mesotrófica* (0,2 – 1,0 μg/L) en la parte oceánica, por fuera de las 50 mn y al norte de Punta Falsa, coincidiendo con las ACF en la región *eutrófica* (>1,0 μg/L).

En ACF predominaron isolíneas de 2,0 a 4,0 ug/L de clorofila-a, con concentraciones mayores frente a Chimbote, limitando hacia el oeste con ASS, y valores <2,0 μg/L. La distribución de clorofila-a superficial, mantuvo similitud con el patrón estacional obtenido por Calienes et al. 1985 (Fig. 5).

Nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos).

Los **fosfatos** en la superficie alcanzaron valores más bajos al norte de Talara, con una isolínea mínima de 0,5 μM frente a Puerto Pizarro. Hacia el sur de los 4°S, se incrementaron hasta un máximo de 2,63 μM relacionado al afloramiento costero, frente al litoral de Chicama, que coincidió con el valor mínimo de 1,40 mL/L de oxígeno (Fig. 6).

Los **silicatos** mostraron las mayores isolíneas (15,0 a 20,0 μM) entre Talara y Salaverry. Valores <5,0 μM se ubicaron entre Punta Sal y Puerto Pizarro, asociados a las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con temperaturas >22°C (Fig. 7).

En los **nitratos** predominaron isolíneas de 15,0 μM, con máximo de 22,43 μM frente a Pimentel. Las menores concentraciones se presentaron al norte de Talara con isolíneas de 5,0 a 10,0 μM. (Fig. 8).

Los **nitritos** en la superficie estuvieron relacionados a la distribución de las masas de agua. Los valores fueron bajos por la presencia de aguas cálidas con isolíneas de 0,25 μM, e isolíneas de hasta de 3,0 μM relacionadas a las ACF (Fig. 9).

Distribución vertical

Oxígeno disuelto
Según Graco et al. (2007), la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, <0,5 mL/L) al norte de los 5 a 6°S se presenta por debajo de 100 – 200 m; pero a partir de 12°S predomina por debajo de los 50 m. La columna de agua, en la sección **Puerto Pizarro** mostró masas relativamente oxigenadas (2,0 a 0,5 mL/L), entre 50 a 300 m de profundidad, debido a la presencia de la ESCC (Fig. 10.a).

En **Paita**, por encima de los 10 m, el afloramiento presentó valores <4,0 mL/L dentro de las 40 mn. La ZMO (0,5 mL/L) se ubicó alrededor de los 250 m; en la columna de agua en general, se encontró niveles de oxígeno que caracterizan la influencia de la ESCC (Fig. 10.b).

En **Punta Falsa** la distribución vertical mostró características de afloramiento, dentro de las 15 mn de costa, con la isoxígena de 3,0 mL/L que alcanzó la superficie. La isoxígena de 1,0 mL/L se ubicó desde 75 m y se profundizó hasta los 150 m. Así también la ZMO alcanzó los 250 m por la presencia de la ESCC (Fig. 10.c).

En la sección **Chicama** el afloramiento se presentó intenso con la isolínea de 2,0 mL/L, que alcanzó la superficie; pero también se pudo notar la influencia de la ESCC con la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) que alcanzó 200 m de profundidad (Fig. 10 d).

En la sección **Chimbote** la oxiclina se mostró más superficial y definida que las secciones al norte. La mínima de oxígeno fluctuó desde los 25 m en la zona costera, a 75 m de profundidad en la zona oceánica (Fig. 10.e). La intensidad de la ESCC fue disminuyendo en dirección sur, lo cual se reflejó en los promedios de oxígeno en el nivel de los 100 m de las secciones de Puerto Pizarro (1,67 mL/L), Paita (1,55 mL/L), Punta Falsa (1,29 mL/L), Chicama (0,69 mL/L) y Chimbote (0,27 mL/L).

Clorofila-a
En la sección **Puerto Pizarro** la clorofila-a presentó valores bastante bajos relacionados a las AES, con isolíneas máximas de 1,0 ug/L sobre la capa de los 35 m; disminuyó a 0,5 y 0,1 μg/L de clorofila-a por debajo de los 25 m. Se marcó una diferencia con la **sección Paita** donde se localizaron concentraciones de mayor productividad (2,0 a 6,0 μg/L) en la zona costera, pero que disminuyeron a mar abierto (1,0 μg/L), y en zonas más profundas (>50 m) por limitación de la luz solar, donde se obtiene clorofila-a de 0,5 a 0,1 μg/L, en relación a la profundidad.

En las secciones **Punta Falsa (**3,38 ug/L) **y Chicama** (2,41 ug/L) los valores de clorofila-a disminuyeron en comparación con Paita, pero superaron la distribución presentada para Puerto Pizarro. En la vertical de **Chimbote**, la clorofila-a se recuperó a valores promedio en el otoño, obteniendo isolíneas de 1,0 a 4,0 μg/L en la zona costera, decreciendo por fuera de 60 mn a valores <1,0 μg/L de clorofila-a, por la mezcla de aguas ACF y ASS (Fig. 11).

Nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos)
En la sección **Puerto Pizarro** los fosfatos fueron pobres sobre la capa de los 50 m, existieron isolíneas de 0,5 a 1,0 μM por el ingreso de las AES. El gradiente de los nutrientes en la columna de agua cambia a niveles más profundos de 50 m, hasta 100 y 300 m, por el flujo de la ESCC con nitratos de 20,0 a 25,0 μM (Fig. 12).

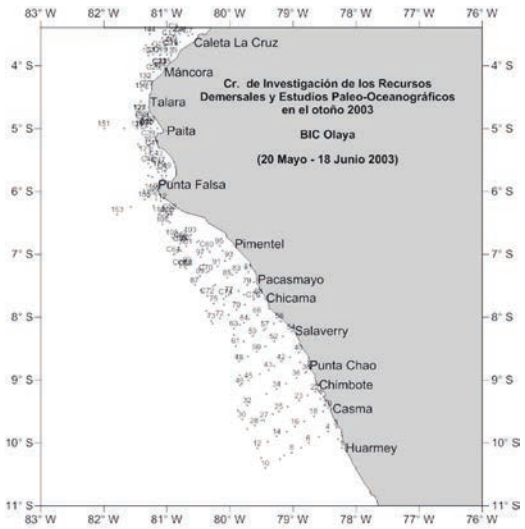


Figura 1.- Carta de localización de calas y estaciones realizadas durante el Crucero BIC Olaya 0305-06.

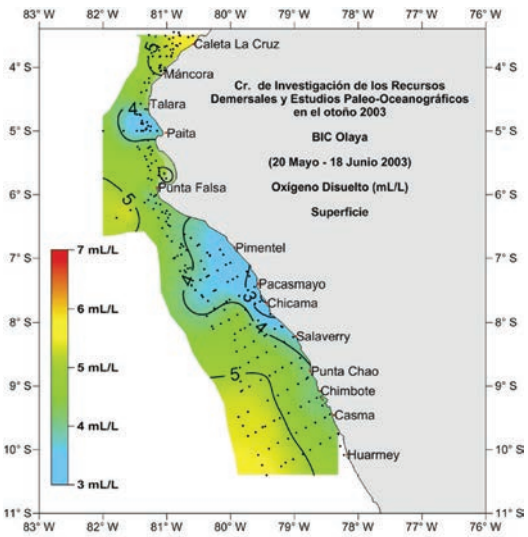


Figura 2.- Distribución del oxígeno disuelto (mL/L) en la superficie del mar. Crucero BIC Olaya 0305-06.

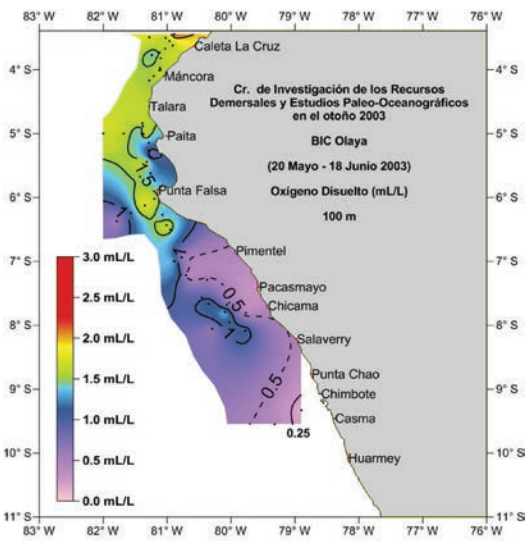


Figura 3.- Distribución del oxígeno disuelto (mL/L) en el nivel de 100 m de profundidad. Crucero BIC Olaya 0305-06.

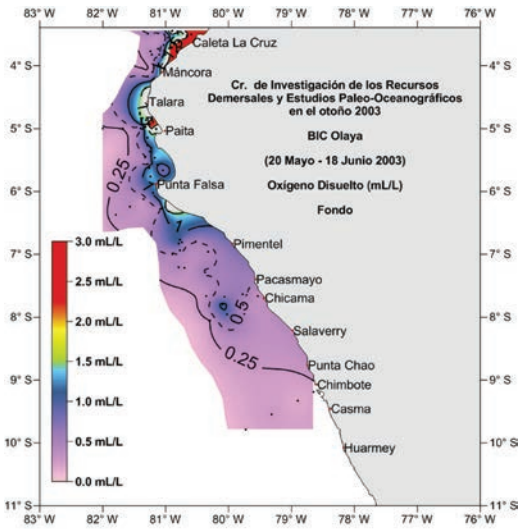


Figura 4.- Distribución del oxígeno disuelto (mL/L) en el nivel cercano al fondo del mar. Crucero BIC Olaya 0305-06.

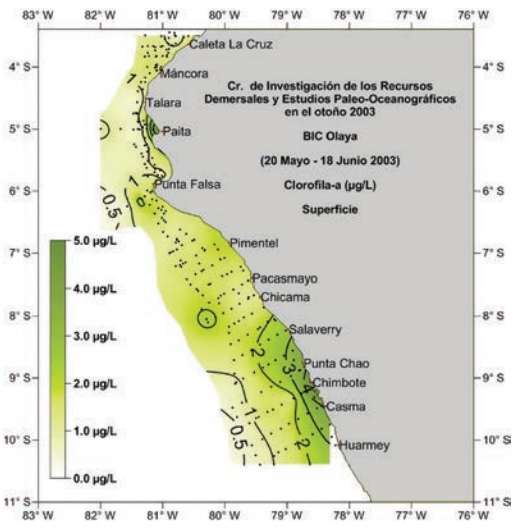


Figura 5.- Distribución de la clorofila –a (µg/L) en la superficie del mar. Crucero BIC Olaya 0305-06.

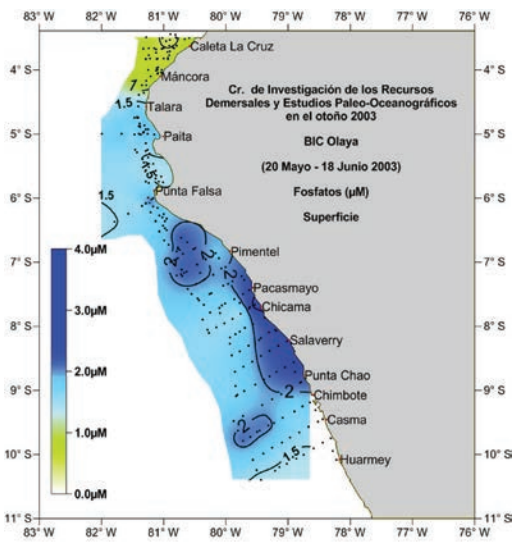


Figura 6.- Distribución de fosfatos (µM) en la superficie del mar. Crucero BIC Olaya 0305-06.

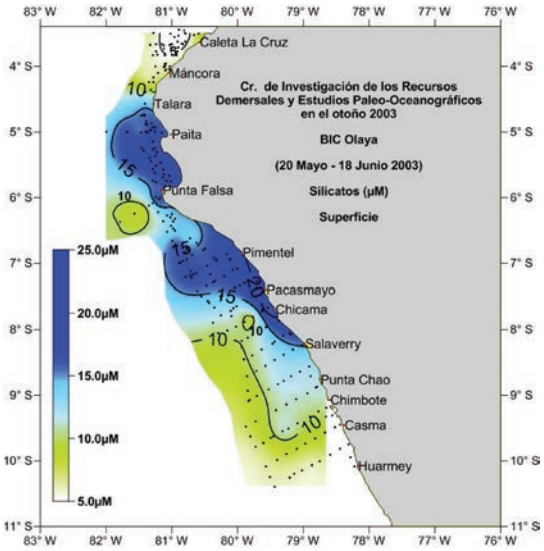


Figura 7.- Distribución de silicatos (µM) en la superficie del mar. Crucero BIC Olaya 0305-06.

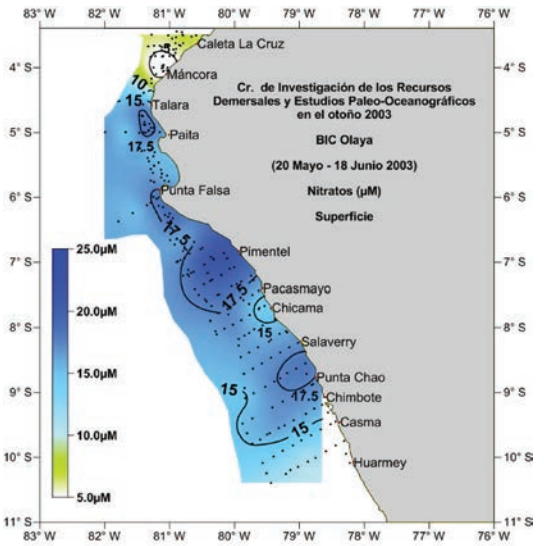


Figura 8.- Distribución de nitratos (µM) en la superficie del mar. Crucero BIC Olaya 0305-06.

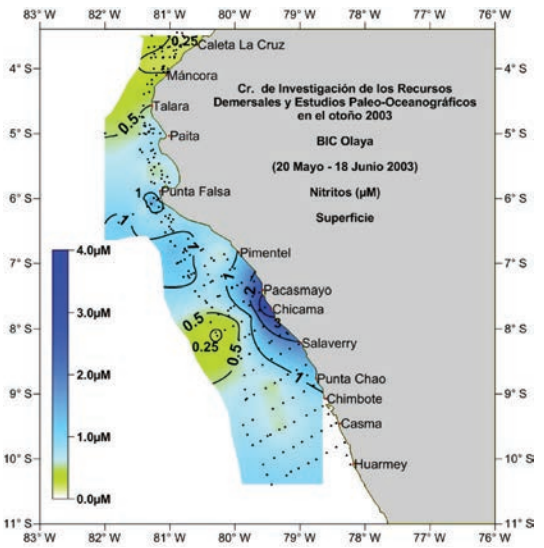


Figura 9.- Distribución de nitritos (µM) en la superficie del mar. Crucero BIC Olaya 0305-06.

En la vertical de **Paita,** los fosfatos de alrededor de 1,5 µM se ubicaron sobre 25 m de la capa de mezcla; pero incrementaron con la profundidad (2,0 a 2,5 µM). Los silicatos y nitratos tuvieron una predominancia de 15,0 µM en la capa de mezcla y de 20,0 µM por debajo de ella (Fig. 13).

En la vertical de **Punta Falsa,** se reflejó un ligero incremento de los fosfatos por el afloramiento, con la isolínea de 2,0 µM en la zona costera. Los silicatos (isolíneas 20,0 µM) y nitritos (1,0 µM) mostraron la surgencia costera (Fig. 14).

En la sección **Chicama** los nutrientes mostraron isolíneas con tendencia al afloramiento, con valores de 1,75 a 2,5 µM de fosfatos en superficie, relacionados a temperaturas entre 15,0 a 16,0 °C y oxígeno de 2,0 a 4,0 mL/L. La intensidad de la surgencia fue elevada, distintiva de Chicama, exhibiendo la isolínea de 20,0 µM desde los 200 m hasta la superficie. Los nitritos presentaron núcleos de 1,0 a 4,0 µM (Fig. 15).

En la sección **Chimbote** se mantuvieron las concentraciones de nutrientes típicos de aguas afloradas, destacando la predominancia de fosfatos (2,0 a 2,5 µM) y de silicatos (15,0 a 20,0 µM) de mayor distribución en la columna de agua. Esta sección sigue un patrón similar a Chicama por la presencia de las ACF y por las celdas de surgencia, mostrando niveles homogéneos de nitratos de 15,0 a 20,0 µM y procesos oxido reducción en la zona costera que generan concentraciones de nitritos de 1,0 a 4,0 µM (Fig. 16).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante el otoño 2003, en la columna de agua, el contenido de oxígeno se incrementó hacia el norte por la presencia de la ESCC. Las concentraciones de oxígeno sobre el fondo fueron favorables para los recursos demersales. Se registró un promedio de 0,94 mL/L, y destacó la zona entre 3 y 8°S que tuvo la mayor distribución de las isolíneas de 0,5 a 1,0 mL/L de oxígeno.

En la sección Puerto Pizarro, a 100 m de profundidad se obtuvo un promedio de 1,67 mL/L de oxígeno disuelto (OD), que fue disminuyendo hacia el sur debido al debilitamiento de la ESCC. A la misma profundidad, en la sección Chicama el OD llegó a un promedio de 0,69 mL/L; en Punta Falsa en el período 0205,

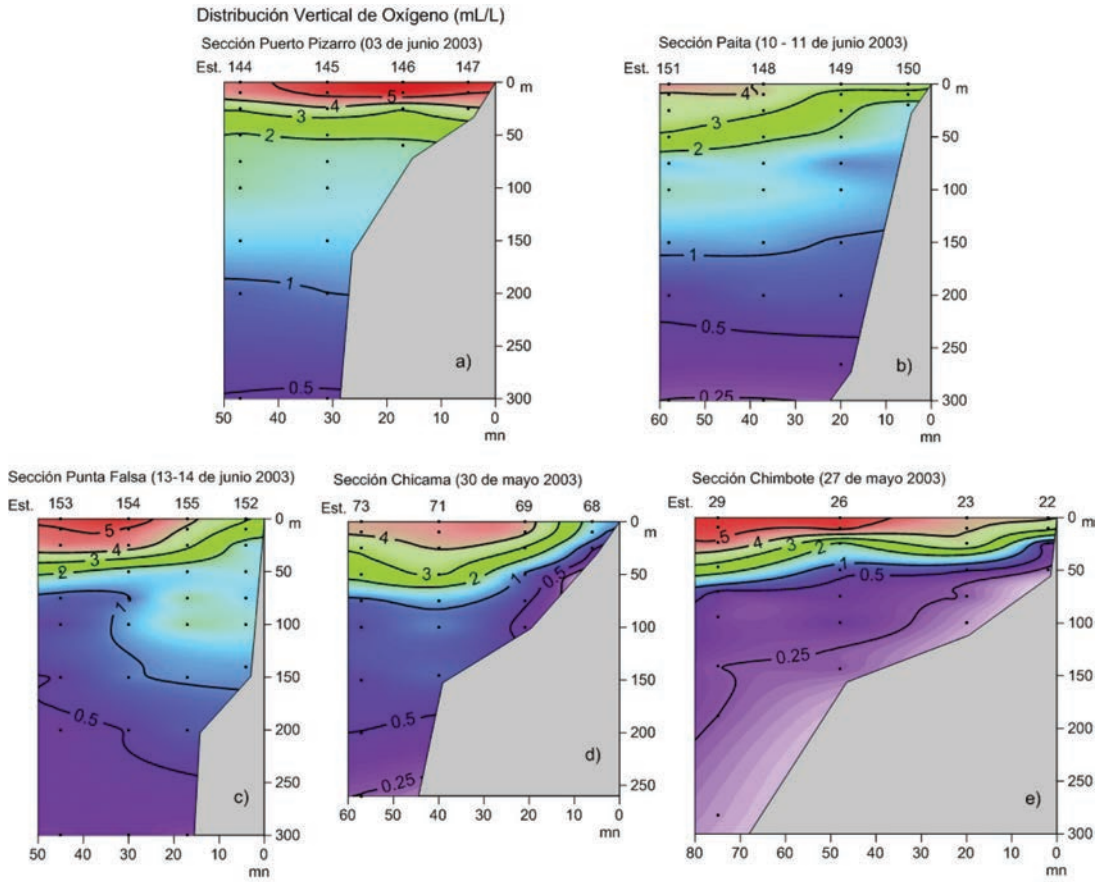


Figura 10.- Distribución vertical del oxígeno disuelto (mL/L). Crucero BIC Olaya 0305-06.

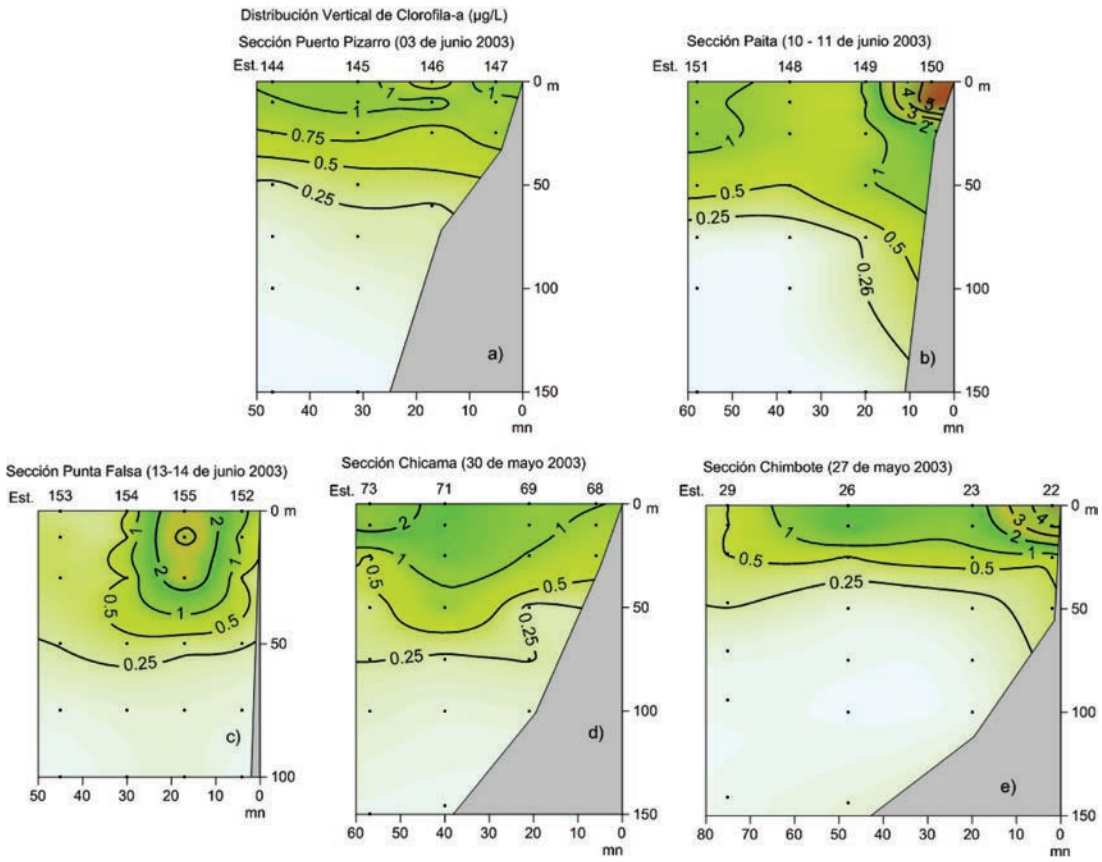


Figura 11.- Distribución vertical de la clorofila-a (µg/L). Crucero BIC Olaya 0305-06.

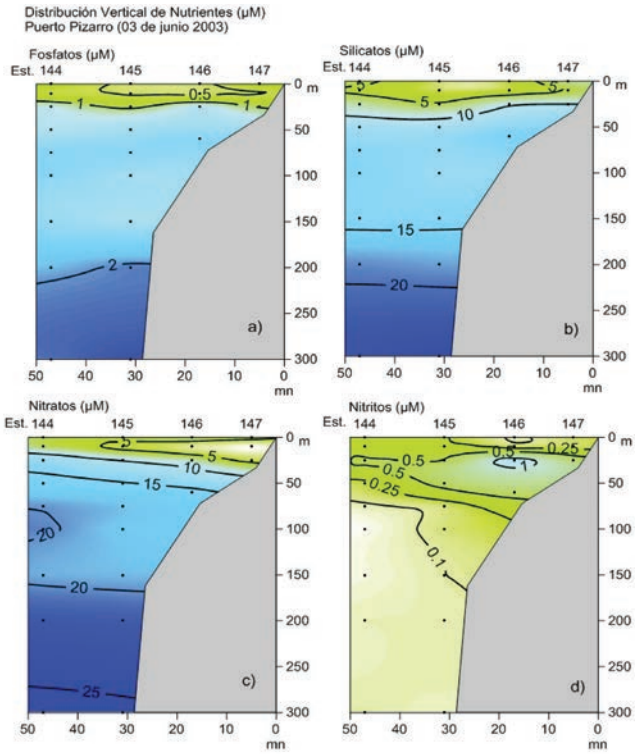


Figura 12.- Distribución vertical de nutrientes (µM) en la sección Puerto Pizarro. Crucero BIC Olaya 0305-06.

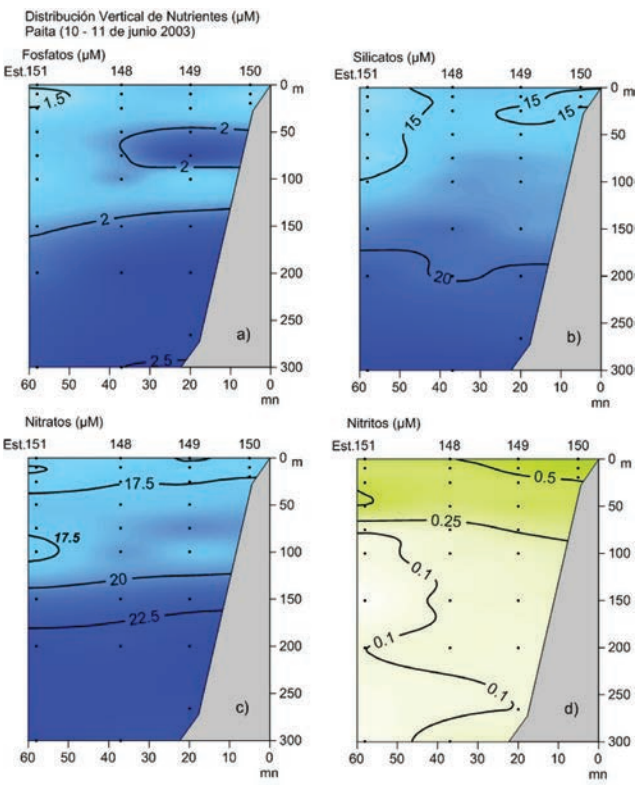


Figura 13.- Distribución vertical de nutrientes (µM) en la sección Paita. Crucero BIC Olaya 0305-06.

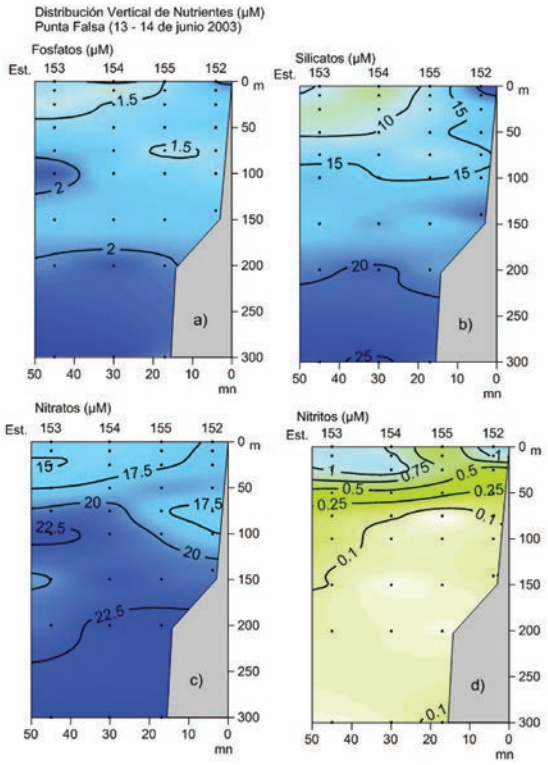


Figura 14.- Distribución vertical de nutrientes (µM) en la sección Punta Falsa. Crucero BIC Olaya 0305-06.

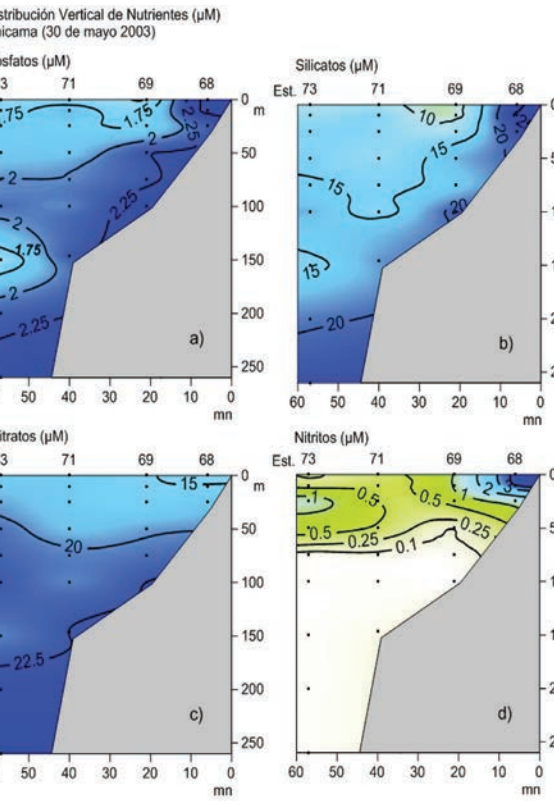


Figura 15.- Distribución vertical de nutrientes (µM) en la sección Chicama. Crucero BIC Olaya 0305-06.

el promedio OD fue 0,75 mL/L y en 0305-06 llegó a 1,29 mL/L; así, el otoño 2003 fue más favorable para los recursos demersales. La distribución de la merluza se mostró en una franja paralela a la costa hasta la zona frente a Chicama; su mayor abundancia estuvo entre las latitudes 3-6°S que coincide con los mayores contenidos de oxígeno.

La presencia de la ESCC se evidenció de Puerto Pizarro a Punta Falsa con la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) ubicada desde 150 a 300 m de profundidad. La diferencia entre la presencia y la ausencia de la ESCC se hace notoria en relación al contenido de oxígeno. Los promedios de OD en el nivel de 100 m de profundidad fueron: 1,67 mL/L para Puerto Pizarro y 0,27 mL/L para Chimbote. El afloramiento fue más intenso frente a Chicama con valores en superficie de 1,40 mL/L de OD, temperatura de 15,4 °C; fosfatos 2,63 μM; silicatos 24,33 μM y nitritos 13,72 μM.

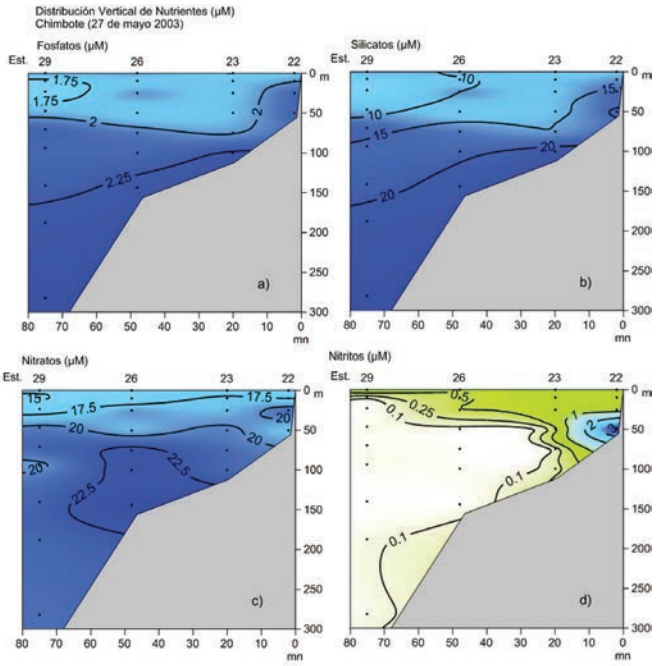


Figura 16.- Distribución vertical de nutrientes (μM) en la sección Chimbote. Crucero BIC Olaya 0305-06.

REFERENCIAS

Calienes R, Guillén O, Guillén N. 1985. Variabilidad espacio – temporal de clorofila, producción primaria y nutrientes frente a la costa peruana. Bol Inst Mar Perú. 10(1).

Carrit D, Carpenter J. 1966. Comparison and evaluation of currently y employed modifications of Winkler method for determination dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24:286-318.

Graco M, Ledesma J, Flores G, Girón M. 2007. Nutrientes, Oxígeno y Procesos Biogeoquímicos en el Sistema de Surgencias de la Corriente de Humboldt frente a Perú. Rev peru. biol. 14(1): 117-128.

Henrichs S. Farrington J. 1984. Peru upwelling region sediments near 15°S. Limnol. Oceanogr. 29(l), 1-19. by the American Society of Limnology and Oceanography, Inc.

Paytan A, McLaughlin K. 2007. The Oceanic Phosphorus Cycle. Chem. Rev. 107: 563-576.

Strickland J D H, Parsons T R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin 167 (2ª ed.). Fish. Res. Bd. of Canadá.

Waser N, Harrison P, Nielsen B, Calvert S. 1998. Nitrogen isotope fractionation during the uptake and assimilation of nitrate, nitrite, ammonium, and urea by a marine diatom. Limnol. Oceano., 43(2). 215-224, by the American Societyof Limnology and Oceanography, Inc.