

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 45, Número 1



Enero - Marzo 2018
Callao, Perú



OXÍGENO, CLOROFILA Y NUTRIENTES ENTRE PUERTO PIZARRO Y HUARMEY DURANTE EL OTOÑO 2014

OXYGEN, CHLOROPHYLL AND NUTRIENTS BETWEEN PUERTO PIZARRO AND HUARMEY DURING AUTUMN 2014

Georgina Flores¹

Octavio Morón¹

Jaqueline Palacios²

Tony Anculle¹

RESUMEN

FLORES G, MORÓN O, PALACIOS J, ANCULLE T. 2018. Oxígeno, clorofila y nutrientes entre Puerto Pizarro y Huarmey durante el otoño 2014. *Inf Inst Mar Perú*. 45(1): 5-13.- El Crucero de Evaluación de Merluza y otros Demersales BIC Humboldt 1405-06, entre Puerto Pizarro (Tumbes) y Huarmey (Áncash) se realizó en el período de otoño con el fin de evaluar los recursos demersales con mayor énfasis en la merluza, así mismo se evaluaron las condiciones hidroquímicas entre el 13 mayo y 11 junio del 2014 a bordo del BIC Humboldt. Los resultados a nivel superficial de las variables químicas (oxígeno, clorofila-a y nutrientes) mostraron un débil afloramiento congruente con aguas de mezcla, concentraciones de oxígeno menores a 5,5 mL/L aunado a una baja concentración de clorofila-a (<0,5 µg/L), a excepción de un pequeño núcleo de 2 µg/L frente a Salaverry, lo que estuvo en relación con mejores concentraciones de nutrientes. En general, las concentraciones de nutrientes se presentaron por debajo de su media mensual, sin llegar a su normalidad, las mayores concentraciones se registraron en la zona sur del área de estudio. En la capa subsuperficial se observó un fondo bastante oxigenado, prolongándose esto hasta el sur de Casma, lo que ha estado asociado a la presencia de las ondas Kelvin y a la proyección de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell (ESCC).

PALABRAS CLAVE: Otoño 2014, oxígeno, clorofila, nutrientes

ABSTRACT

FLORES G, MORÓN O, PALACIOS J, ANCULLE T. 2018. Oxygen, chlorophyll and nutrients between Puerto Pizarro and Huarmey during autumn 2014. *Inf Inst Mar Peru*. 45(1): 5-13.- The Evaluation Cruise of Hake and other Demersals BIC Humboldt 1405-06, between Puerto Pizarro (Tumbes) and Huarmey (Ancash) was carried out in the autumn period in order to evaluate demersal resources with greater emphasis on hake, likewise the hydrochemical conditions were evaluated between May 13 and June 11, 2014 on board the BIC Humboldt. Results at the surface level of the chemical variables (oxygen, chlorophyll-a and nutrients) showed a weak outcrop congruent with mixing waters, oxygen concentrations less than 5.5 mL / L coupled with a low concentration of chlorophyll-a (< 0.5 µg/L), except for a small nucleus of 2 µg/L front to Salaverry, which was related to better concentrations of nutrients. In general, nutrient concentrations were presented below their monthly average, without reaching its normal values, the highest concentrations were recorded in the southern area of the study area. In the subsurface layer a quite oxygenated background was observed, extending this to the south of Casma, which has been associated with the presence of Kelvin waves and the projection of the Southern Extension of the Cromwell Current (ESCC).

KEYWORDS: Autumn 2014, oxygen, chlorophyll, nutrients

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un evento El Niño costero de intensidad moderada en el 2014 (ENFEN 2014) alteró el ambiente marino con grandes implicancias en los recursos vivos del mar. El año 2014 se inició con presencia de Aguas Ecuatoriales proyectadas hacia el sur, las mismas que se replegaron a inicios de febrero.

A partir de la segunda quincena de febrero se registró un atípico incremento de las anomalías térmicas negativas, esto debido al fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur (APS), que para el mes de

marzo mostró una anomalía de +4 hPa, favoreciendo los vientos frente a la costa peruana, activando el afloramiento, motivo por el cual la superficie del mar a lo largo de la costa peruana presentó valores negativos.

A pesar del arribo de la onda Kelvin al mar peruano a mediados de marzo, se originó una moderada profundización de isotermas en la capa subsuperficial (ENFEN 2014), el afloramiento costero mantuvo su desarrollo hasta la segunda semana de abril, disminuyendo las siguientes semanas, asociado a un debilitamiento de los vientos y al arribo a la costa norte del Perú del

1 Área Funcional de Investigaciones en Oceanografía Química y Geología, Laboratorio de Hidroquímica Marina. AFIOQG. DGIOCC. IMARPE, gflores@imarpe.gob.pe

2 AFIPDBL. DGIRDL. IMARPE

núcleo principal de la onda Kelvin, variando las anomalías térmicas superficiales de negativas a positivas, con valores de hasta +2 °C frente a Paita, mientras que la capa subsuperficial presentaba el mayor impacto, profundizando la isoterma de 15 °C y la mínima de oxígeno (0,5 mL/L) a 270 y más de 300 m de profundidad, respectivamente, originando anomalías térmicas de hasta +4°C. Estas anomalías, asociadas al arribo de otras ondas Kelvin se mantuvieron en mayo, prolongándose hasta mediados de junio, fechas en que se desarrolló el Crucero de evaluación de merluza y otros demersales BIC Humboldt 1405-06.

Asociado a las variaciones de las condiciones físicas, también los aspectos químicos mostraron fuertes anomalías, que contribuyeron principalmente en la distribución y concentración de los recursos vivos del mar. La profundización de las iso-oxígenas, marcada disminución de los nutrientes y clorofila-a dieron lugar a una menor producción biológica.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se efectuó entre Puerto Pizarro (03°30'S) y Huarmey (10° 00'S) del 13 de mayo al 11 de junio del 2014. Se realizó un total de 42 estaciones de las cuales 23 fueron estaciones hidrográficas y 123 calas.

Las observaciones se llevaron a cabo siguiendo el trayecto de la carta de posiciones (Fig. 1).

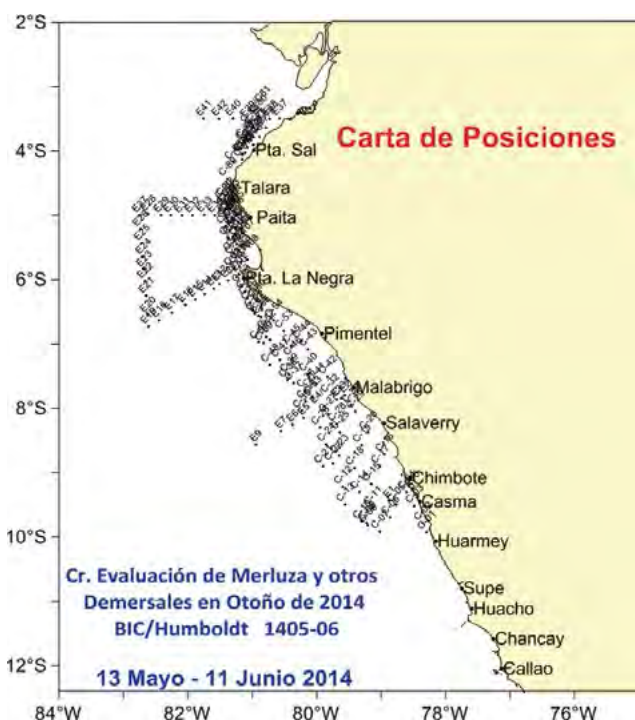


Figura 1.- Ubicación de estaciones. Cr. 141405-1406

La toma de muestras superficiales se realizó mediante un balde plástico; las muestras de profundidad con botellas Niskin a niveles estándar (10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 y 300 m).

La determinación de oxígeno disuelto se realizó a bordo, empleando el método de Winkler modificado por CARRIT y CARPENTER (1966).

Para la determinación de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos se utilizaron las técnicas y modificaciones de STRICKLAND y PARSONS (1972) utilizando el espectrofotómetro Lambda 45 marca Perkin Elmer. Las muestras de agua para determinación de clorofila-a fueron filtradas a bordo utilizando filtros Whatman GF/F y preservadas en congeladora hasta su análisis en Laboratorio. Para la determinación de clorofila-a se aplicó el método fluorométrico de HOLM-HANSEN *et al.* 1965 y YENTSCH y MENZEL 1963, usando un equipo Turner Designs Modelo 10 AU 005.

3. RESULTADOS

EN LA SUPERFICIE DEL MAR

Oxígeno disuelto.- Las concentraciones de oxígeno se encontraron en un rango de 3,05 y 5,78 mL/L con promedio de 4,48 mL/L. En general, se presentaron valores relativamente altos de oxígeno debido a la presencia de aguas cálidas y al débil desarrollo del afloramiento costero, el mismo que se presentó muy próximo a la costa frente a Casma, Salaverry, Malabrigo y de Punta La Negra a Talara. Las mayores concentraciones estuvieron relacionadas con las aguas de mezcla: Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y Aguas Costeras Frías (ACF), estando delimitadas por la iso-oxígena de 5 mL/L (Fig. 2a).

Clorofila-a.- La capa superficial del área de estudio presentó concentraciones muy bajas de clorofila-a, que variaron de 0,00 a 2,01 predominando valores menores a 0,5 µg/L en toda el área, a excepción de un pequeño núcleo de 2 µg/L frente a Salaverry (Fig. 2b). Según CALIENES *et al.* (1985) la zona próxima a la costa puede presentar entre 3 a 4 µg/L en los meses de mayo y junio.

Nutrientes.- Al igual que la clorofila-a, los nutrientes superficiales en general presentaron concentraciones por debajo de su promedio estacional CALIENES *et al.* (1985). A excepción de un pequeño núcleo de 2,12 µM frente a Casma, los fosfatos predominantes en el área de estudio fueron menores de 1 µM, destacándose estos valores principalmente de Pimentel al norte de Punta Sal. Núcleos ligeramente mayores a 1 µM se registraron frente a Pta. La Negra, sur de Pimentel, Malabrigo y Salaverry – Casma (Fig. 3a).

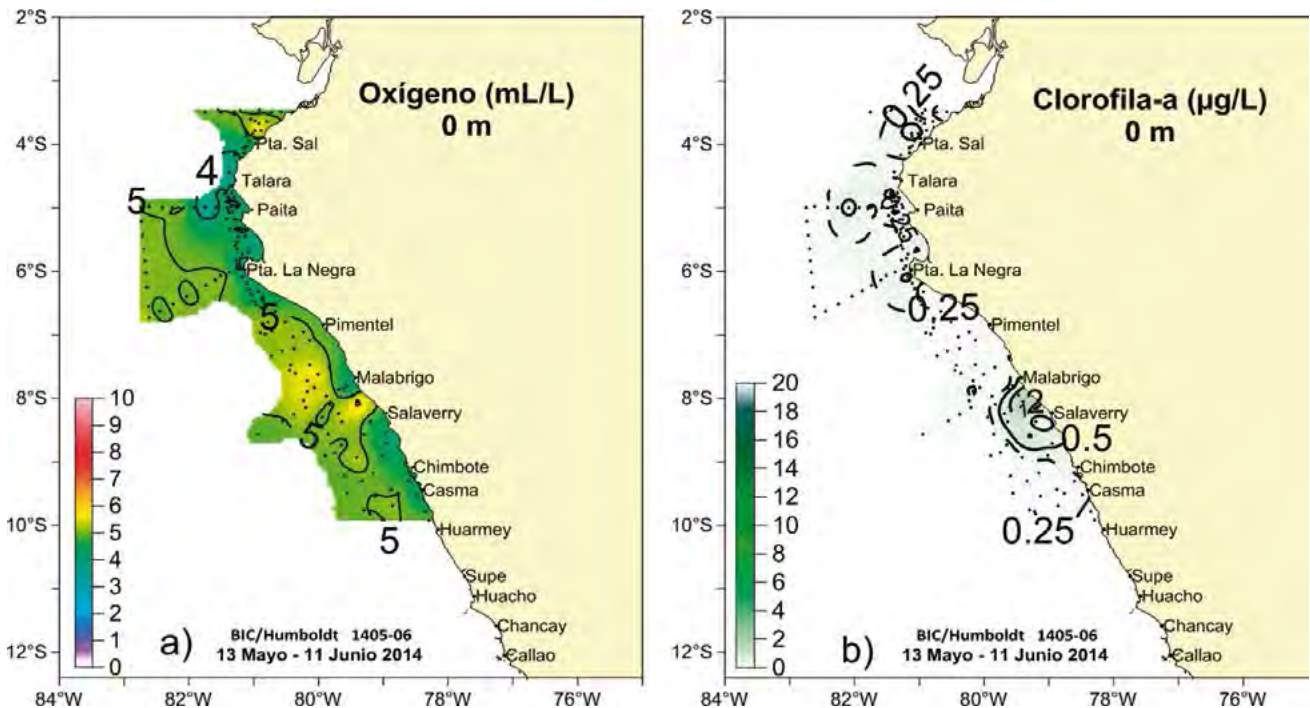


Figura 2.- Distribución superficial de a) oxígeno (mL/L), b) clorofila-a (µg/L). Cr. 1405-06 BIC Humboldt

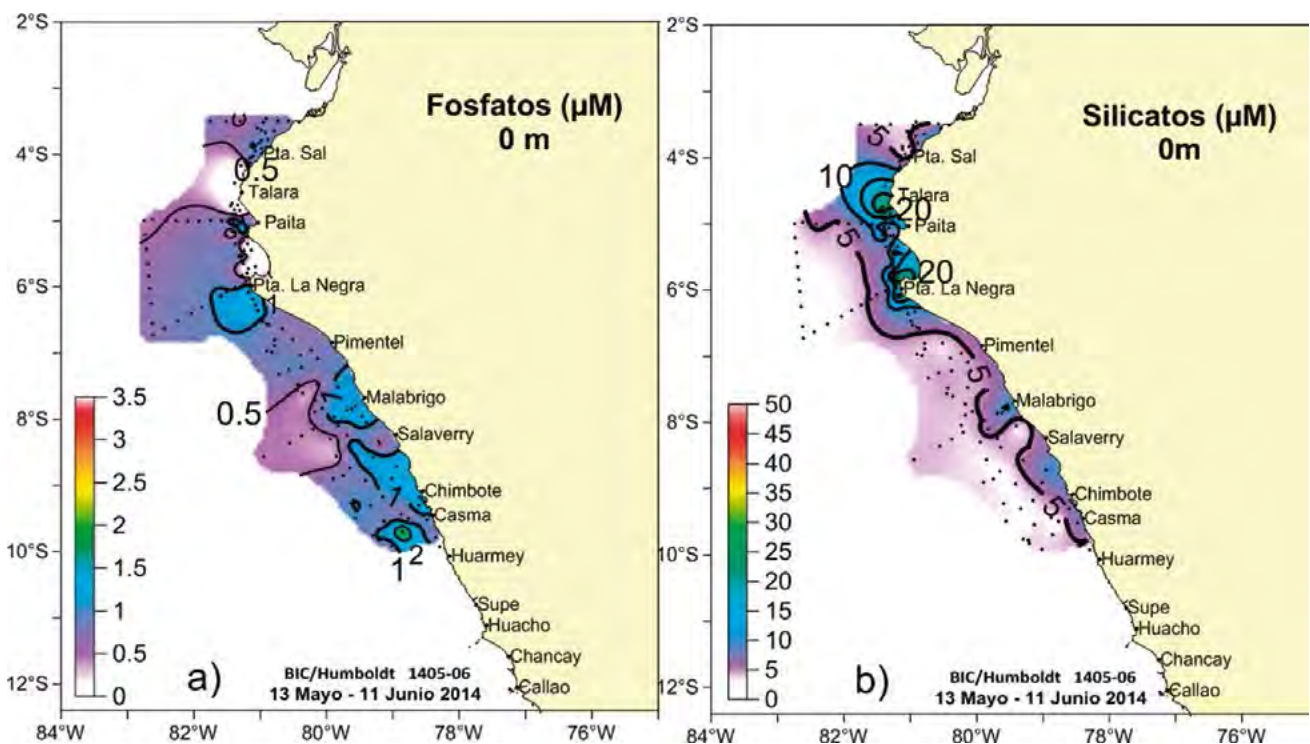


Figura 3.- Distribución superficial de a) fosfatos, b) silicatos. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

Respecto a los silicatos la isolínea de 5 µM se encontró paralela a la costa con menor amplitud entre Casma y Pimentel, ampliándose al norte de Pta. La Negra donde se hallaron pequeños núcleos con concentraciones de hasta 20 µM (Fig. 3b).

La distribución de nitratos presentó características algo semejantes a los silicatos, mar afuera de la

isolínea de 5 µM las concentraciones fueron muy bajas (<5 µM) (Fig. 4a).

Los nitritos variaron entre 0,00 y 2,43 µM con promedio de 0,38 µM; se encontraron dos núcleos uno en la zona costera de 1,5 µM frente a Casma y el otro lejos de la costa de 2 µM al sur de Salaverry (Fig. 4b).

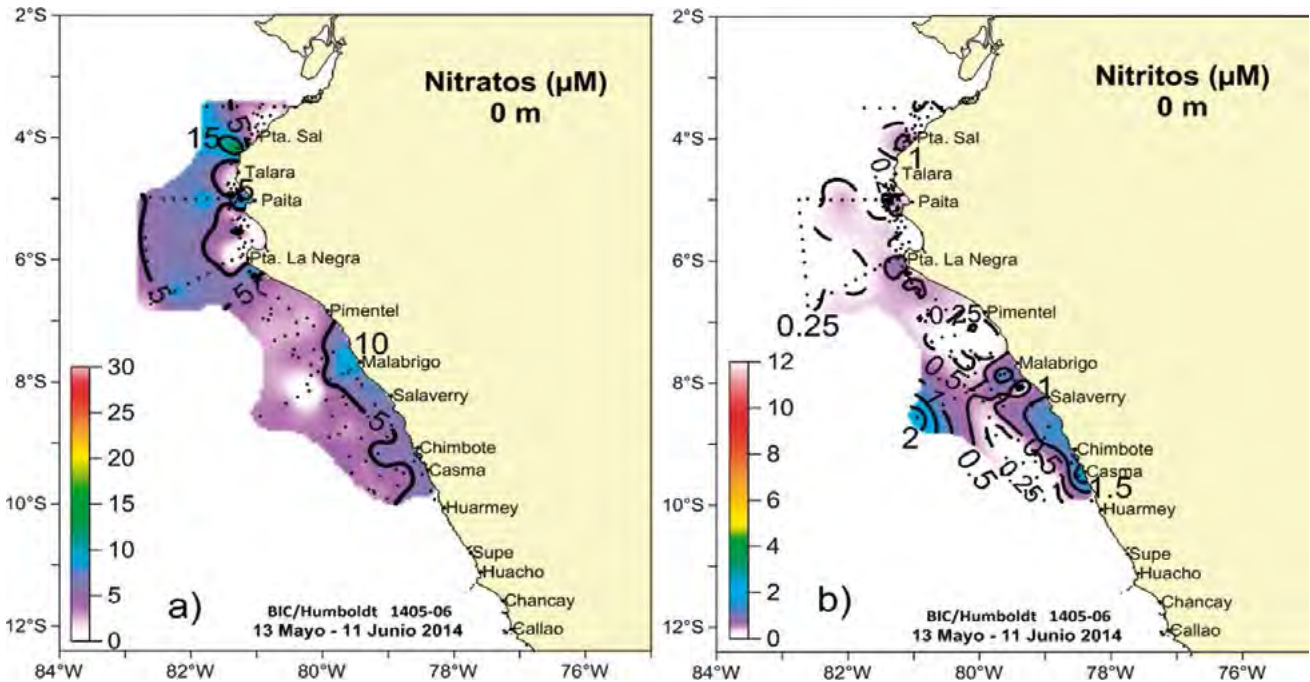


Figura 4.- Distribución superficial de a) nitratos, b) nitritos. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

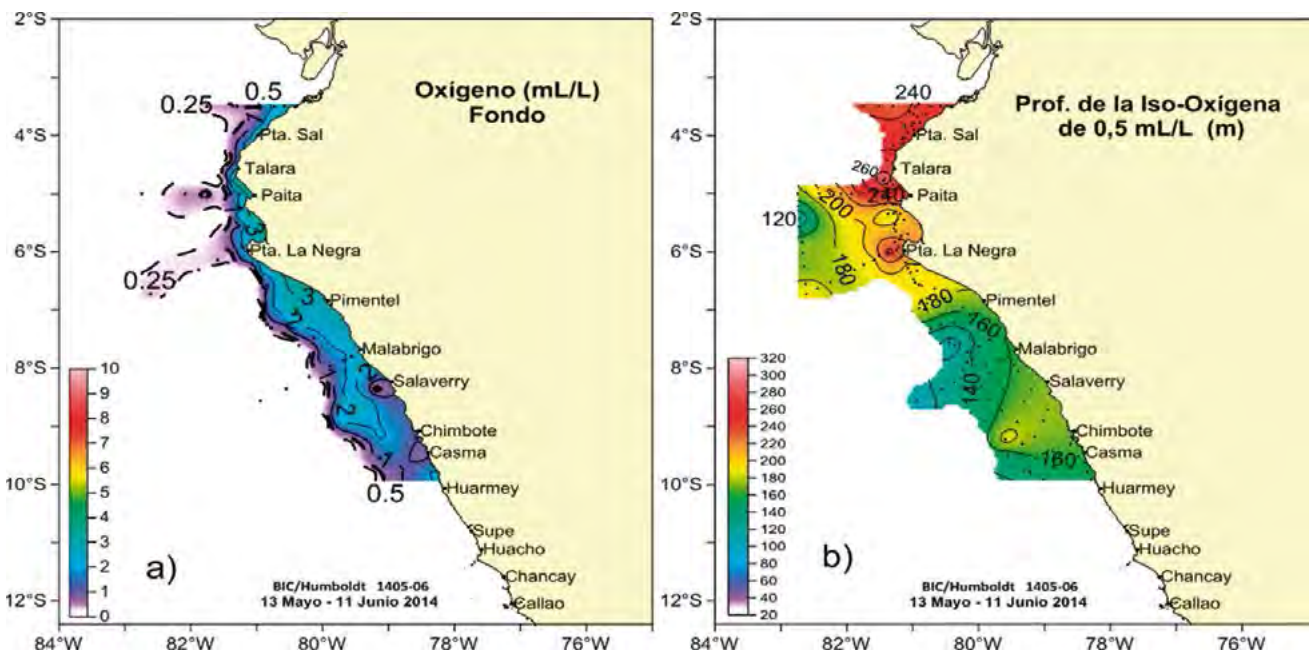


Figura 5.- Distribución de a) oxígeno de fondo, b) profundidad de la iso-oxigena de 0,5 mL/L. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

A NIVEL DE FONDO

Oxígeno.- Las concentraciones de oxígeno entre Huarmey y Pta. Sal variaron en un rango de 0,17 a 3,20 mL/L presentando en la zona sur de Pta. La Negra altas concentraciones de oxígeno dentro de la plataforma continental. Esta distribución estuvo influenciada por las aguas provenientes del norte a través de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell condicionando un área, entre Pimentel y Casma, propicia para el desarrollo del recurso

merluza. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se encontró alrededor del límite de la plataforma continental a profundidades entre 105 y 270 m (Figs. 5a, 5b).

Nutrientes.- Como es normal a nivel de fondo, los nutrientes se incrementaron respecto a la superficie, en el área entre Casma y Pta. La Negra predominando concentraciones de fosfatos entre 1,5 y 20 µM, silicatos y nitratos de 10 a 15 µM lo que estuvo en relación con la amplia franja de oxígeno (1 – 3 mL/L), temperatura (15 – 22 °C) y salinidad (34,95 - 35 ups) (Fig. 6).

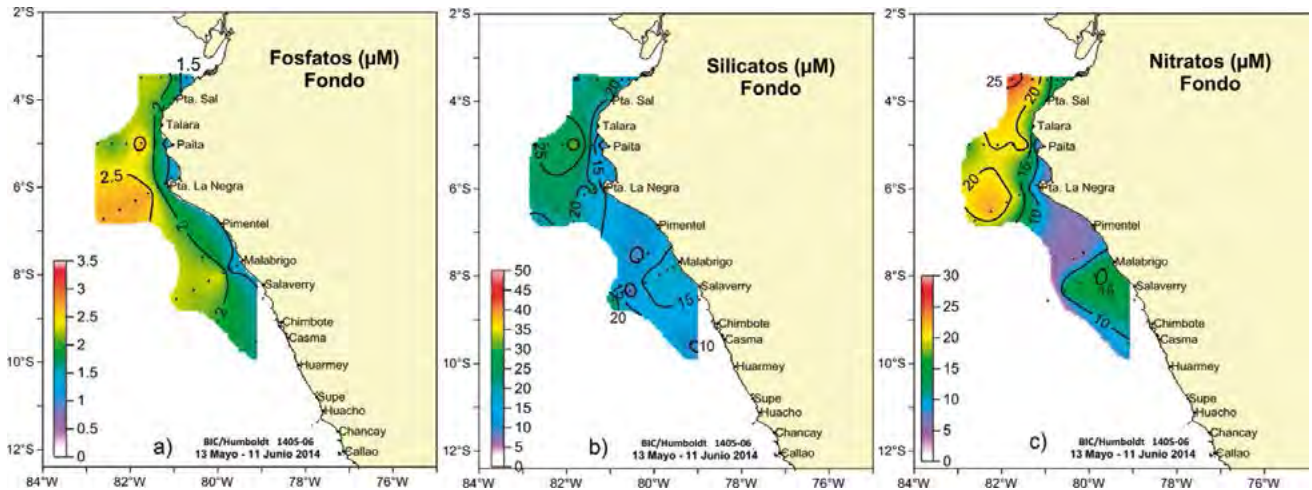


Figura 6.- Distribución de nutrientes a nivel de fondo. a) fosfatos, b) silicatos, c) nitratos. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

DISTRIBUCIÓN VERTICAL

Sección: Puerto Pizarro

Oxígeno y Clorofila-a.- Frente a Puerto Pizarro, el oxígeno presentó concentraciones de hasta 4,5 mL/L en la capa superficial. La presencia casi horizontal de las iso-oxígenas indica muy poca actividad de afloramiento costero. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se ubicó alrededor de los 240 m de profundidad asociada a la presencia de la ESCC (Fig. 7a).

La clorofila-a en la estructura vertical mostró un rango entre 0,0 y 0,39 µg/L, concentraciones que fueron muy pobres en toda la distribución vertical (Fig. 7b).

Nutrientes

Respecto a los nutrientes, la capa entre 0 a 10 m de profundidad se presentó con muy bajas concentraciones

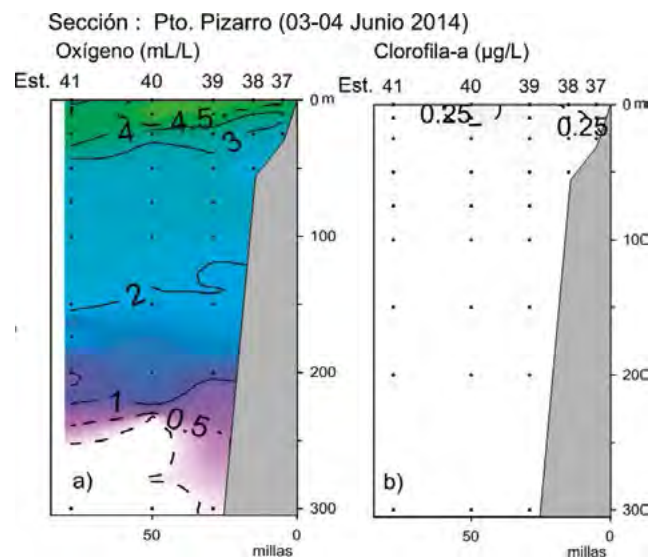


Figura 7.- Distribución vertical a) oxígeno, b) clorofila-a. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

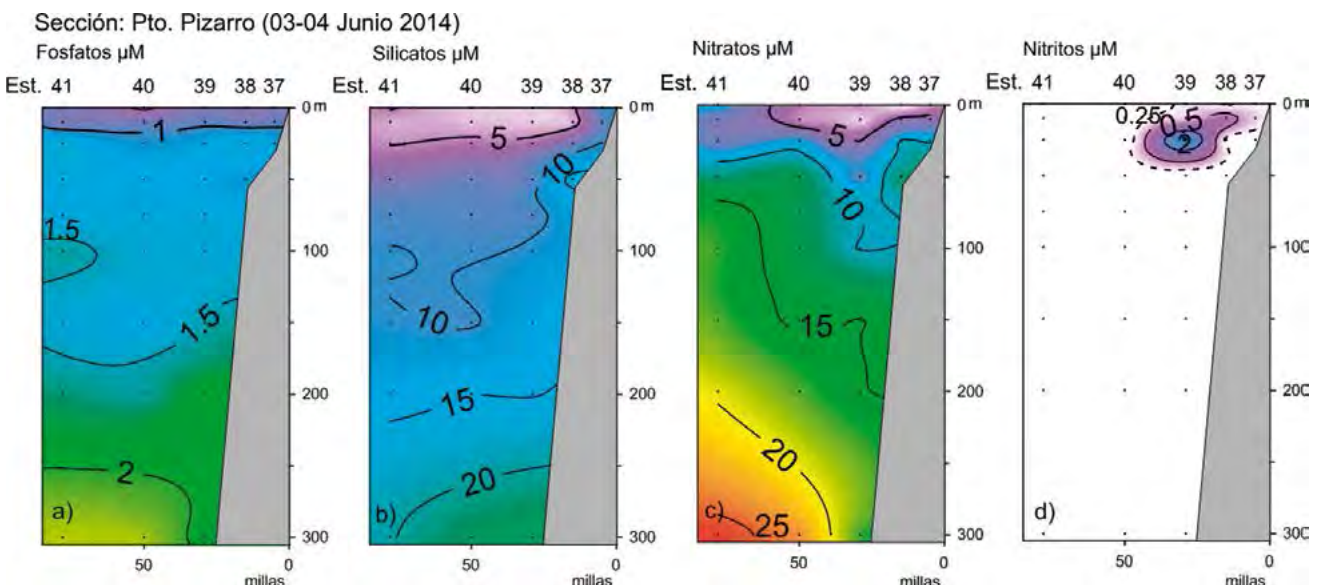


Figura 8.- Distribución vertical de a) fosfatos, b) silicatos, c) nitratos, d) nitritos. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

(<1 μM de fosfatos, <5 μM silicatos y nitratos) que estuvo relacionada con un débil desarrollo del afloramiento y presencia de las ASS.

Los altos valores de nutrientes, propios de ACF que se ubican entre 100 y 200 m, también se encontraron profundizados, registrándose valores > 2 μM de fosfatos, > 20 μM de silicatos y nitratos, respectivamente por debajo de los 200 m de profundidad (Fig. 8).

Sección Paita

Oxígeno y Clorofila-a.- El oxígeno disuelto frente a Paita mostró un moderado afloramiento dentro de las 40 mn, el mismo que ha estado relacionado con aguas de mezcla entre las ACF y las ASS. Por debajo de los 150 m, la iso-oxígena de 1 mL/L estuvo en relación con la isoterma de 15 °C y salinidad de 35 ups. La mínima de oxígeno, asociada a la ESCC, mostró profundización cerca a la costa, donde alcanzó 270 m de profundidad (Fig. 9a).

La clorofila-a fue pobre (0,25–0,5 $\mu\text{g/L}$) muy semejante a lo registrado en la sección de Pto. Pizarro (Fig. 9b).

Nutrientes

En esta sección dentro de las 40 mn se registró un ligero incremento de los nutrientes con respecto a Pto. Pizarro, detectándose valores >1 μM , >5 μM y >10 μM , de fosfatos, silicatos y nitratos, respectivamente, mientras que los nitritos presentaron valores menores de 0,5 μM en toda la columna de agua. La presencia de ASS en la capa subsuperficial motivó, en parte, las bajas concentraciones de nutrientes (Fig. 10).

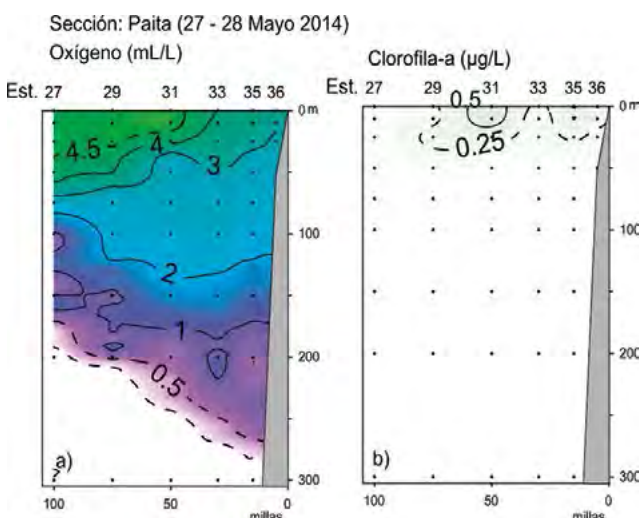


Figura 9.- Distribución vertical de a) oxígeno, b) clorofila-a. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

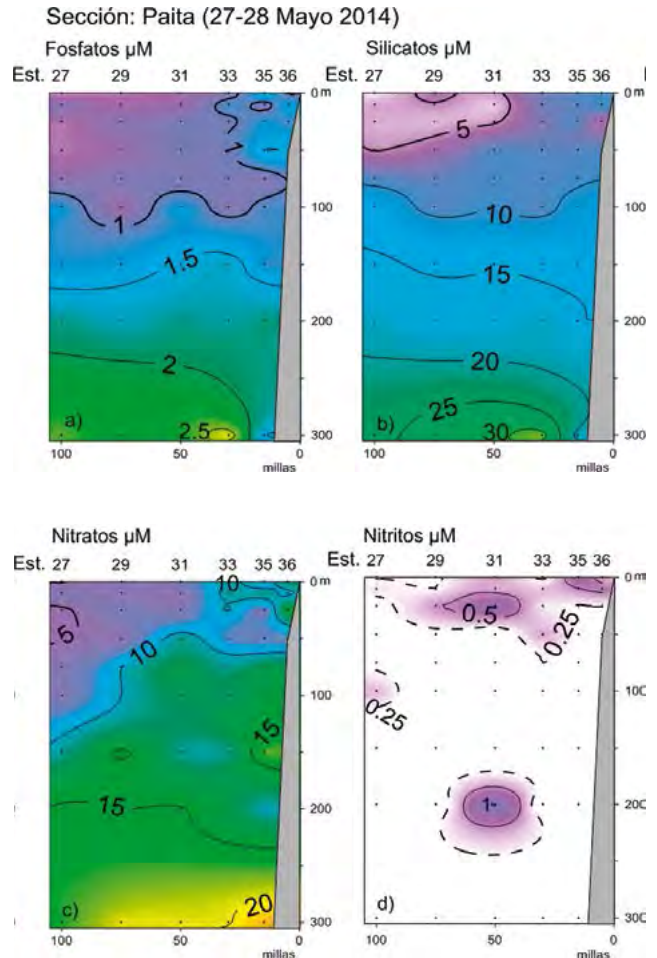


Figura 10.- Distribución vertical de nutrientes a) fosfatos, b) silicatos, c) nitratos, d) nitritos. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

Sección Punta La Negra

Oxígeno y Clorofila-a.- Frente a Punta La Negra se encontró una oxiclina muy debilitada, la profundización de la iso-oxígena de 2 mL/L está relacionada con un núcleo de ASS (S >35,1 ups) (IMARPE 2014). La mínima de oxígeno se ubicó alrededor de los 200 m de profundidad, fuera de las 20 mn alcanzó 250 m (Fig. 11a).

La clorofila-a, indicador de la biomasa fitoplanctónica, fue muy pobre y superficial dentro de las 25 mn, con el máximo valor de 0,25 $\mu\text{g/L}$ (Fig. 11b).

Nutrientes

Tanto los silicatos como los nitratos mostraron concentraciones <10 μM sobre los 100 m mientras que los nitritos se incrementaron cerca a la costa. Debajo de los 100 m, lo más notable fue el ascenso de nitratos con altos valores (isolínea de 20 μM hasta 140 m), mientras que los nitritos disminuyeron a valores <0,25 μM (Fig. 12).

Sección: Pta. La Negra (27 - 28 Mayo 2014)

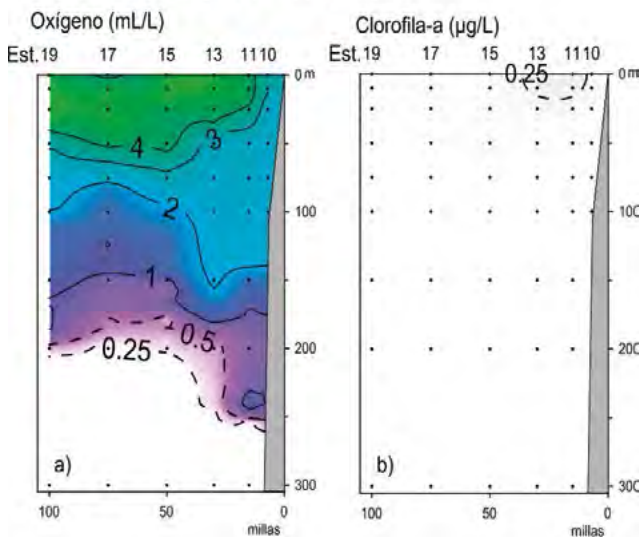


Figura 11.- Distribución vertical de a) oxígeno, b) clorofila-a. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

con respecto a las anteriores secciones ($>1,0 \mu\text{M}$), asimismo la presencia de concentraciones mayores de $10 \mu\text{M}$ de silicatos y nitratos en la zona costera, dan a entender mayor presencia de Aguas Costeras Frías, sin haber alcanzado sus valores normales (Fig. 14).

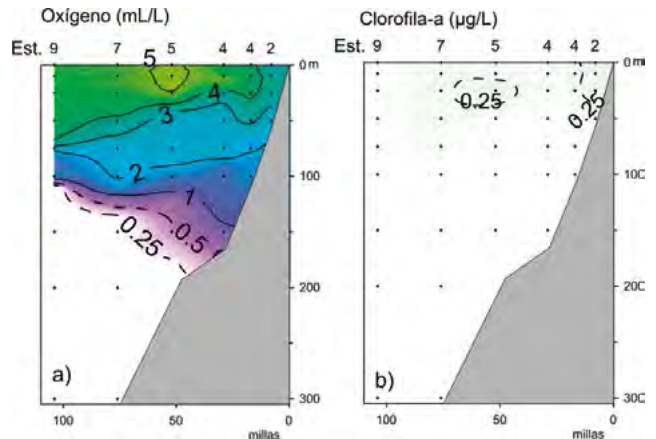


Figura 13.- Distribución vertical de a) oxígeno, b) clorofila-a. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

Sección: Pta. La Negra (27-28 Mayo 2014)

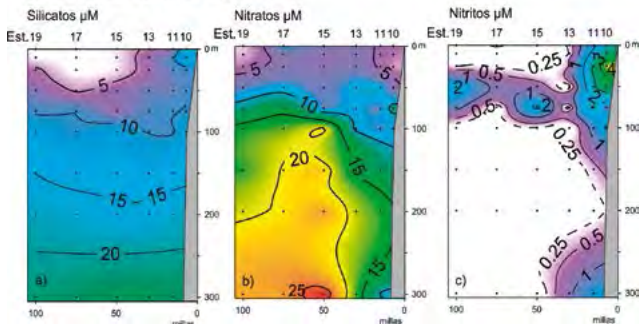


Figura 12.- Distribución vertical de nutrientes a) silicatos, b) nitratos, c) nitritos. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

Sección: Chicama (19-21 Mayo 2014)

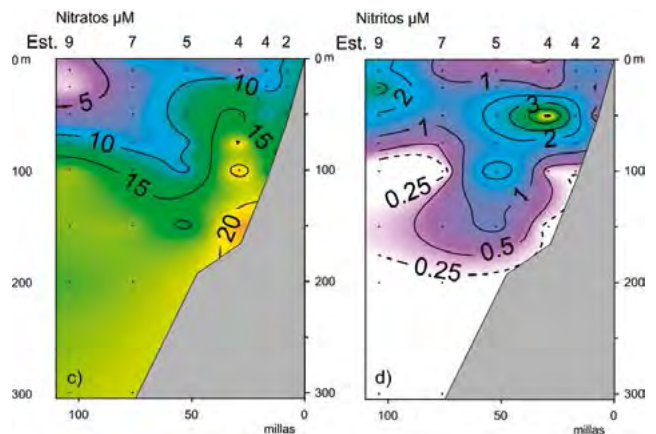
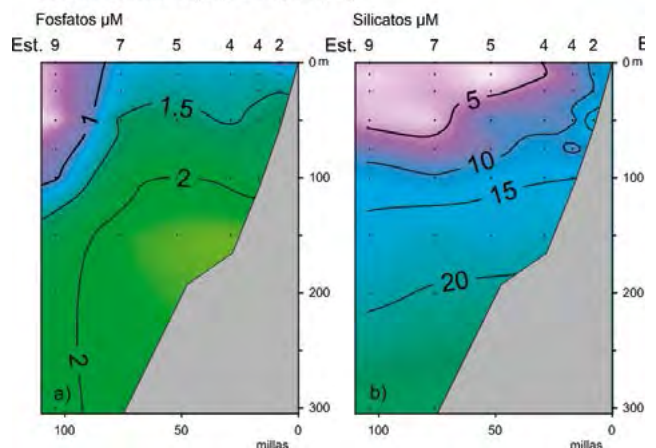


Figura 14.- Distribución vertical de nutrientes a) fosfatos, b) silicatos, c) nitratos, d) nitritos. Cr. 1405-06 BIC Humboldt

Sección Chicama

Oxígeno y Clorofila-a.- La distribución de oxígeno mostró desarrollo del afloramiento dentro de las 20 mn, asimismo moderada profundización de las iso-oxígenas de 2 y 1 mL/L, asociada a la presencia de la ESCC. La iso-oxígena de 1 mL/L se encontró alrededor de los 150 m, siendo más profunda cerca de la plataforma. La mínima de oxígeno determinada por la iso-oxígena de 0,5 mL/L, se encontró cerca a los 170 m (Fig. 13a).

La clorofila-a, al igual que en las otras secciones mantuvieron concentraciones muy pobres, menor a $0,25 \mu\text{g/L}$. (Fig. 13b).

Nutrientes

En la sección Chicama, se encontró una relativa alta concentración de fosfatos en la superficie

4. DISCUSIÓN

El desarrollo de un evento El Niño frente a la costa peruana altera considerablemente las características del ambiente marino, afectando en gran medida la distribución y concentración de los recursos vivos del mar. Dentro de los aspectos químicos, durante El Niño se registra disminución de la concentración de nutrientes, la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell presenta mayor proyección hacia el sur (MORÓN 2000), dando lugar a mayor oxigenación de la capa subsuperficial. Tanto la concentración de nutrientes como la proyección de la ESCC pueden variar según la intensidad del evento.

Las características mencionadas coinciden con lo registrado durante el Crucero de Evaluación de merluza y otros demersales BIC Humboldt 1405-06, asimismo con lo observado en los años 2008, 2012 cuando a inicios de la estación de verano (Cr. 0802-04 y 1202-04) AES se proyectaron hacia el sur, replegándose posteriormente a finales de la misma estación; así mismo, en los años mencionados a inicio del otoño se registró el arribo de ondas Kelvin, fortaleciendo la presencia de la ESCC y prolongando las condiciones anómalas del ambiente.

Durante el Crucero 2014, se observó muy bajas concentraciones de nutrientes y clorofila-a en la zona norte, mejorando al sur de Punta Falsa, sin alcanzar sus valores normales, mientras que la distribución de oxígeno en el fondo alcanzó mayor amplitud geográfica, favoreciendo la migración hacia el sur de los recursos de fondo.

La distribución de oxígeno a nivel del fondo durante los cruceros demersales de otoño del 2008 al 2014 (Fig. 15), presentó variaciones observándose amplia

distribución de la mínima de oxígeno durante los cruceros del 2008, 2012 y especialmente el 2014 con respecto a los otros años, por lo tanto el recurso merluza se vio favorecido, desplazándose hacia el sur de sus áreas habituales y donde el ambiente marino era más favorable.

5. CONCLUSIONES

El Cr. Demersal 1405-06 se realizó durante el pleno desarrollo de un Evento El Niño Costero, de intensidad moderada.

Los procesos de afloramiento costero se desarrollaron muy restringidos y débiles en Paita, Pta. Falsa y Chicama, esto debido a la aproximación de Aguas Subtropicales y procesos de mezcla de aguas (ASS y ACF).

En la superficie del mar, la biomasa fitoplanctónica en términos de clorofila-a fue muy pobre, presentando concentraciones <0,5 µg/L, a excepción de un pequeño núcleo de 2 µg/L frente a Salaverry, mientras que en columna de agua se hallaron valores menores a 0,5 µg/L.

Los nutrientes se fueron incrementando paulatinamente de norte a sur, sin alcanzar las concentraciones características en la superficie del mar.

El oxígeno en el fondo mostró amplia distribución debido a la proyección inusual de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell.

6. Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento y reconocimiento al personal del Área de Hidroquímica Marina que contribuyó con los análisis de nutrientes y clorofila-a.

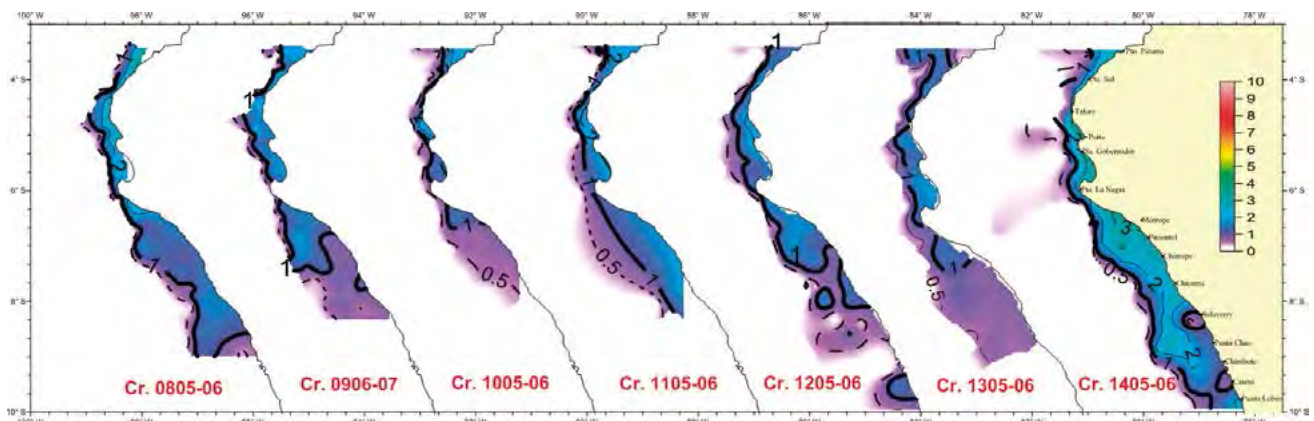


Figura 15.- Distribución de oxígeno de fondo en los Cruceros demersales de otoño del 2008 al 2014

7. 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): 1- 44.
- 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.
- ENFEN. 2014. Condiciones oceanográficas en la costa peruana. Comunicado Oficial ENFEN N° 14: 2 p.
- HOLM-HANSEN O, LORENZEN C J, HOLMES R W, STRICKLAND J D H. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. J. du Conseil. 30: 3-15.
- IMARPE. 2008. Crucero de Evaluación Hidroacústica 0802-04 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC J. Olaya – BIC SNP-2 – L/P IMARPE V. Pto. Pizarro (Tumbes) – Los Palos (Tacna) (26 Febrero – 12 Abril 2008). Inf. Ejecutivo Instituto del Mar del Perú. 39 pp.
- IMARPE. 2012. Crucero 1202-04 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC J. Olaya – L/P IMARPE IV. Tumbes – Tacna (17 Febrero – 13 Abril 2012). Inf. Ejecutivo Instituto del Mar del Perú. 51 pp.
- IMARPE 2014. Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC J.Olaya - L/P IMARPE IV – L/P IMARPE V. Tacna – Pto. Pizarro (24 Febrero - 11 Abril 2014). Inf. Ejecutivo Instituto del Mar del Perú. 49 pp.
- MORÓN O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 19 (1-2): 79 – 204.
- STRICKLAND J, PARSONS T. 1972. A practical handbook of sea water analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167 (2da ed) 311 pp.
- YENTSCH C, MENZEL D. 1963. A method for determination of phytoplankton chlorophyll and pheophytin by fluorescence. Deep-Sea Res. 10: 221-231.