



ISSN 0378 - 7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

Nº 135

Julio, 1998

**Crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos
BIC Humboldt 9803-05 de Tumbes a Tacna**



*Con apoyo del Programa de
Cooperación Técnica para la Pesca
CEE-VECEP ALA 92/43*

Callao, Perú

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y DE CLOROFILA "a" DEL MAR PERUANO DURANTE EL OTOÑO 1998. CRUCERO BIC HUMBOLDT 9803-05 DE TUMBES A TACNA

Georgina Flores¹ José Córdova¹ Jesús Ledesma² Carlos Robles²

RESUMEN

FLORES, G., J. CORDOVA, J. LEDESMA y C. ROBLES. 1998. Características químicas y de clorofila "a" del mar peruano durante el otoño 1998. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Tumbes a Tacna. Inf. Inst. Mar Perú 135: 67-78.

Se informan los resultados de las observaciones sobre oxígeno, nutrientes y clorofila "a" en 415 estaciones oceanográficas y 145 calas de pesca realizadas durante marzo a mayo de 1998 frente a la costa peruana.

La distribución de los parámetros químicos en la superficie de mar mostró condiciones anómalas para la época, pero que corresponden de los eventos cálidos. Los nutrientes inorgánicos disueltos indicaron en el norte, centro y sur, predominio de valores pobres en la superficie del mar (<0,5 ug-at/L fosfatos, < 5 ug-at/L silicatos, < 5 ug-at/L nitratos y < 0,25 ug-at/L nitritos) hasta los 50 m de profundidad. Pequeños núcleos de nutrientes con concentraciones mayores (5-15 ug-at/L) se hallaron frente a Chimbote-Huarmey, Punta Doña María-San Juan y Atico-Mollendo dentro de 30 millas, asociados a bajas temperaturas, salinidades de 35 ‰ y concentraciones de oxígeno menores de 4 mL/L, indicando afloramiento costero.

La biomasa fitoplanctónica en términos de clorofila "a" presentó núcleos con concentraciones altas (9,61-2,40 ug/L) cerca de la costa frente a Caleta La Cruz-Punta Falsa en una banda costera de 10 millas.

El oxígeno disuelto en la superficie del mar presentó concentraciones menores de 4 mL/L entre 10 y 30 millas de la costa incrementándose hacia el oeste y mostrando cierto grado de mezcla dentro de un amplio rango 2,82-7,38 mL/L.

La información obtenida de la distribución vertical, permite señalar las concentraciones pobres en nutrientes se distribuyeron en la capa de 50 m, a diferencia de diciembre 1997 cuando la capa referida pobre tuvo una mayor profundidad (100 m).

Las altas concentraciones de nutrientes por debajo de los 100 m encontradas en el presente crucero estarían relacionadas al afloramiento estacional y a las condiciones ya menos intensas de El Niño 1997-1998.

PALABRAS CLAVE: Características hidroquímicas, clorofila "a", oxígeno, mar peruano, otoño 1998.

ABSTRACT

FLORES, G., J. CORDOVA, J. LEDESMA y C. ROBLES. 1998. Chemical characteristics and chlorophyll "a" in Peruvian sea during Autumn 1998. Cruise RV Humboldt 9803-05 from Tumbes to Tacna. Inf. Inst. Mar Peru 135: 67-78.

The results of the studies about oxygen, nutrients and chlorophyll "a", realized on 415 oceanographic stations and 145 fish holds made during the March-May 1998 in front of the Peruvian sea coast are here reported.

The distribution showed anomalous conditions for this season, but proper of warm events. The inorganic dissolved nutrients showed in the north, center and south, the predominance of low concentration values from sea surface until 50 m of depth (<0,5 ug-at/L for phosphates, <5 ug-at/L for silicates, < ug-at/L for nitrates and <0,25 mg-at/L for nitrites). Small areas with greatest concentration of nutrients (5-15 ug-at/L) were found in front of Chimbote-Huarmey, Punta Doña María- San Juan and Atico-Mollendo at 30 nm of sea shore in association with low temperatures, salinities of 35 UPS and oxygen less than 4 mL/L showed a region of coastal upwelling.

The highest concentration of nutrients below 100 meters depth should be due to the upwelling and the decreasing El Niño 1997-98.

The phytoplanktonic biomass in terms of the chlorophyll "a" showed nucleus with higher concentrations (9,61-2,40 ug/L) near the coast in front of Caleta La Cruz-Punta Falsa in a coastal belt of 10 nm.

Based in the obtained information, we point out that the low concentration in nutrients was distributed in the layer of 50 m, different to December 1997 when this layer was deeper (above 100 m). The dissolved oxygen in the sea surface water showed concentration less than 4 mL/L between 10 and 30 nm from the coast incrementing in the west and showing a certain mixing rate.

KEY WORDS: Hydrochemical characteristics, chlorophyll "a", oxygen, Peruvian sea, Autumn 1998.

¹ Dirección de Oceanografía Química. DGIO. IMARPE

² Área de Hidroquímica y Productividad. DOQ. DGIO. IMARPE

INTRODUCCION

Las surgencias de agua fría que ocurren a lo largo de la costa peruana son procesos de gran importancia ecológica, que permiten la abundancia de los recursos pesqueros presentando valores altos de nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos) y bajas temperaturas, siendo estas propiedades características de los niveles inferiores de la columna de agua.

El acercamiento de aguas cálidas hacia la costa peruana durante la presencia del Fenómeno El Niño ocasiona grandes cambios en el ecosistema marino y en las pesquerías; estas aguas modifican temporalmente las propiedades del agua de mar, ocasionando la reducción del afloramiento costero y por ende la existencia de poca productividad.

El trabajo se refiere a las condiciones hidroquímicas durante el Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05, efectuado del 20 de marzo al 07 de mayo de 1998, desde Caleta La Cruz, Tumbes a Los Palos, Tacna.

MATERIAL Y METODOS

Las observaciones se realizaron siguiendo el trayecto de la carta de posiciones (Fig. 1). El número de muestras colectadas fueron de 415 para oxígeno, para clorofila "a" 350 y nutrientes. La toma de muestras en superficie se realizó mediante un balde y para las estaciones hidrográficas se utilizaron botellas Niskin a diferentes profundidades estándar (10, 25, 50, 75, 100 y 150 m) en las cuales se colectaron muestras de agua para la determinación de oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila "a".

El análisis de oxígeno disuelto se realizó *in situ* siguiendo la metodología de WINKLER modificado por CARRIÉ y CARPENTER (1966).

Las muestras de agua de mar para la determinación de nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos) se congelaron hasta su análisis y procesamiento en el Laboratorio de la Sede Central del IMARPE, utilizando la técnica de STRICKLAND y PARSONS (1968). La determinación de los nutrientes se realizó usando un espectrofotómetro (Espectronic 21).

Las muestras de agua para clorofila "a" fueron filtradas y preservadas con carbonato de magnesio y las determinaciones se realizaron de acuerdo al método espectrofotométrico de acuerdo a STRICKLAND y PARSONS (1968).

RESULTADOS

Características en la superficie del mar

Oxígeno disuelto

La distribución de oxígeno disuelto a nivel superficial presentó valores que fluctuaron desde 2,25 a 7,87 mL/L. Valores de 5-6 mL/L ocuparon el área de Caleta La Cruz a Paita, debido a la actividad fotosintética.

La isolínea de 5 mL/L se encontró distribuida desde Punta Falsa hasta Ilo, paralela a la costa, con una amplitud hasta las 100 millas. Concentraciones menores de 4 mL/L predominaron cerca de la costa y dos núcleos con máximos de 7 mL/L se hallaron frente a Huacho - Chancay y Cerro Azul-Tambo de Mora (Fig. 2).

Nutrientes

La concentración de fosfatos presentó valores de 0,13 a 2,04 ug-at/L, la isolínea de 0,25 ug-at/L se encontró en la superficie del mar a lo largo de la costa desde Caleta Cruz hasta Ilo. Las concentraciones menores de 0,25 ug-at/L se presentaron al norte de Punta Falsa. La isolínea de 1,0 ug-at/L que en condiciones normales limita la extensión de las aguas costeras ricas en nutrientes se halló cerca de la costa frente a Chimbote-Huarmey, Punta Doña María-San Juan y de Atico hasta el sur de Ilo; sólo dos pequeños núcleos con valores de 2,0 ug-at/L se hallaron en San Juan y al sur de Ilo (Fig. 3).

Los silicatos a nivel superficial fluctuaron en el intervalo de 0,83 a 31,29 ug-at/L y su distribución fue similar a la de los fosfatos. Concentraciones muy bajas, menores de 3 ug-at/L se encontraron desde Caleta La Cruz hasta el sur de Ilo, entre 10 a 100 millas de la costa. Las concentraciones mayores de 5 ug-at/L (10-15 ug-at/L) propias de aguas costeras tuvieron una distribución reducida frente a Punta Falsa - Pimentel, Chimbote-Huacho, Callao-Pisco y San Juan. En Caleta La Cruz, Paita y Punta Falsa los núcleos con valores altos de silicatos (10-30 ug-at/l) se producen posiblemente debido al aporte terrígeno (avenida de los ríos), el cual incrementa la concentración local de este nutriente (Fig. 4).

La concentración de nitratos fluctuó entre 0,17 y 15,66 ug-at/L, su distribución fue irregular, predominando concentraciones de 3 y 5 ug-at/L en toda el área de estudio. Los valores menores de 1,0 ug-at/L

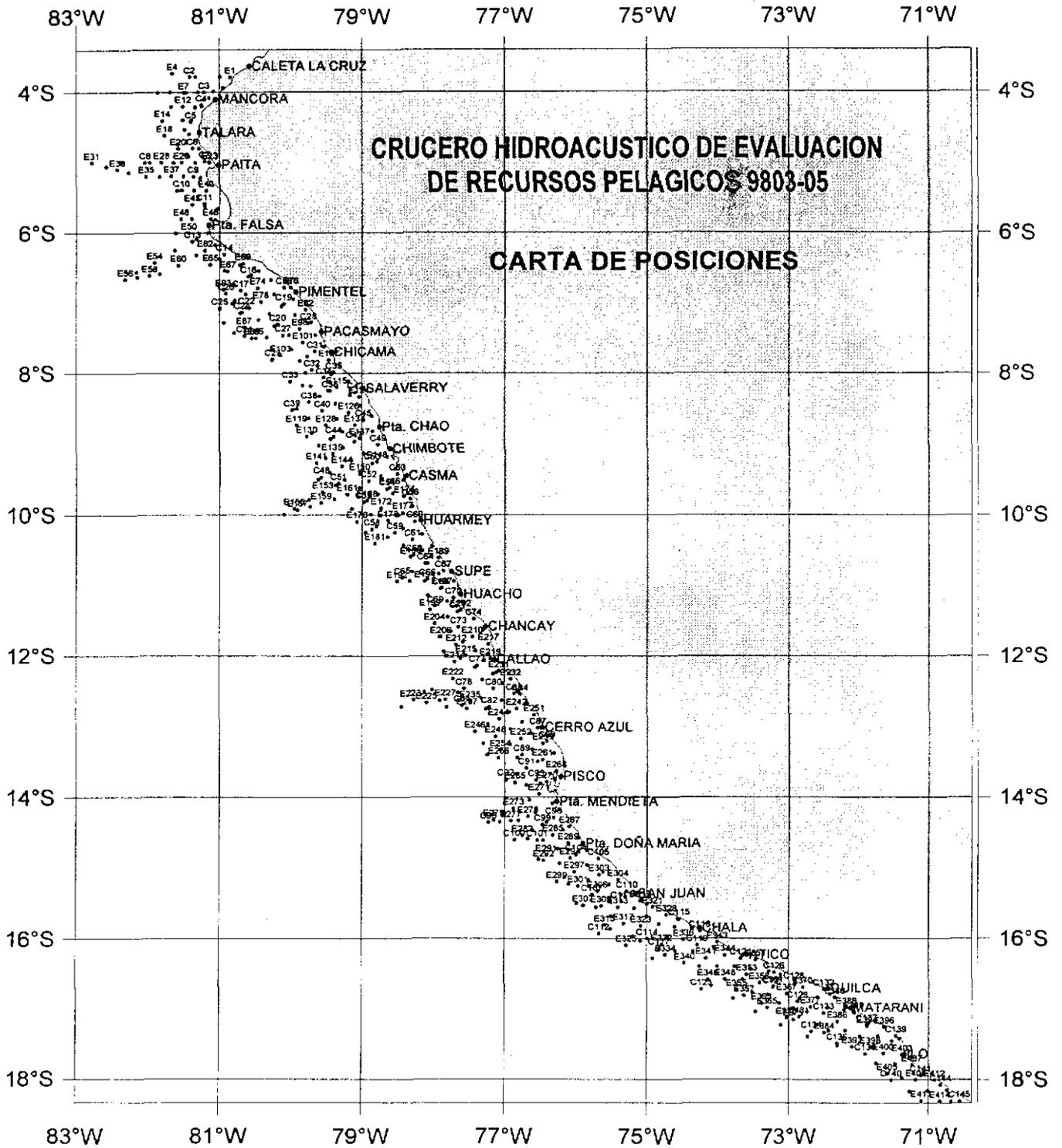


FIGURA 1. Carta de posiciones. Crucero BIC Humboldt 9803-05, 25 de marzo al 07 de mayo de 1998.

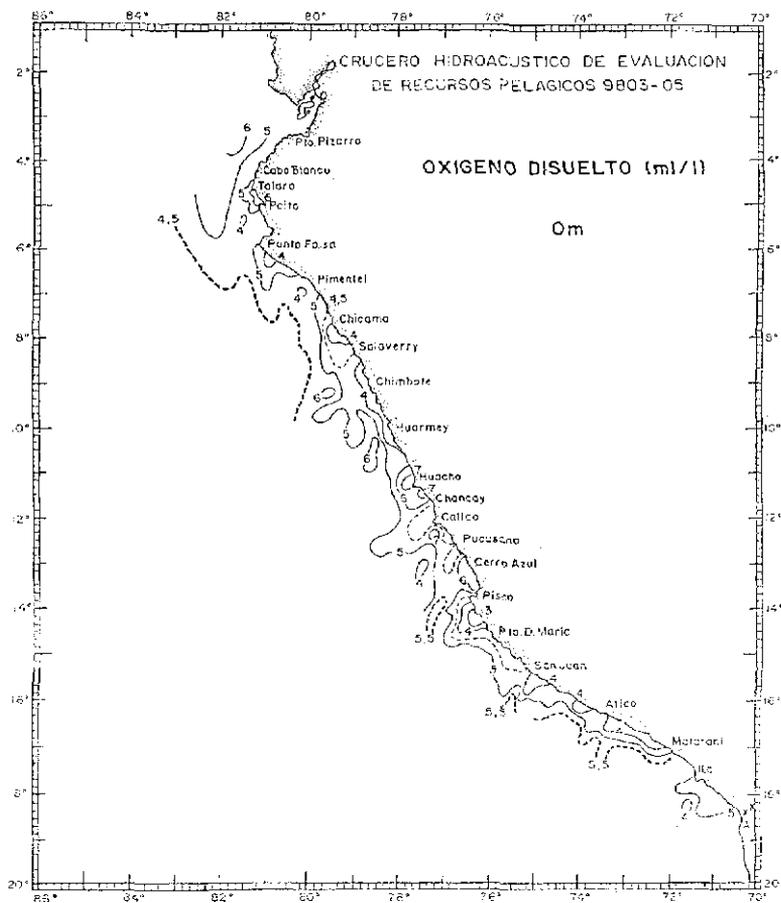
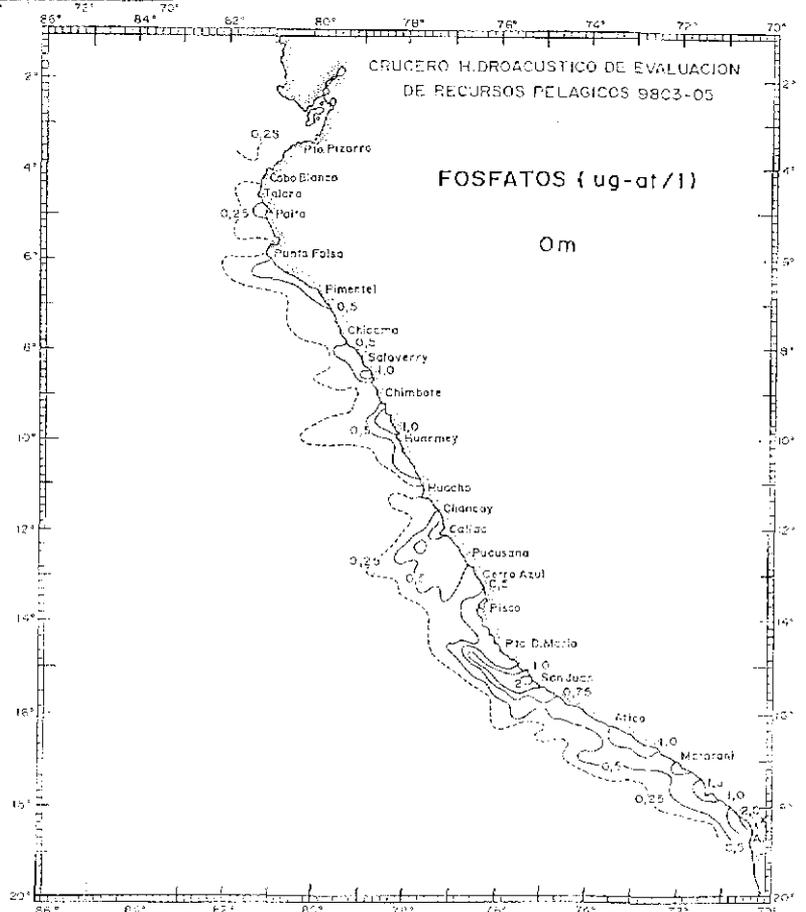


FIGURA 2. Distribución de oxígeno disuelto en la superficie del mar. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Caleta La Cruz, Tumbes a Los Palos, Tacna.

FIGURA 3. Distribución de fosfatos (mg-at/L) en la superficie del mar. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Caleta La Cruz, Tumbes a Los Palos, Tacna.



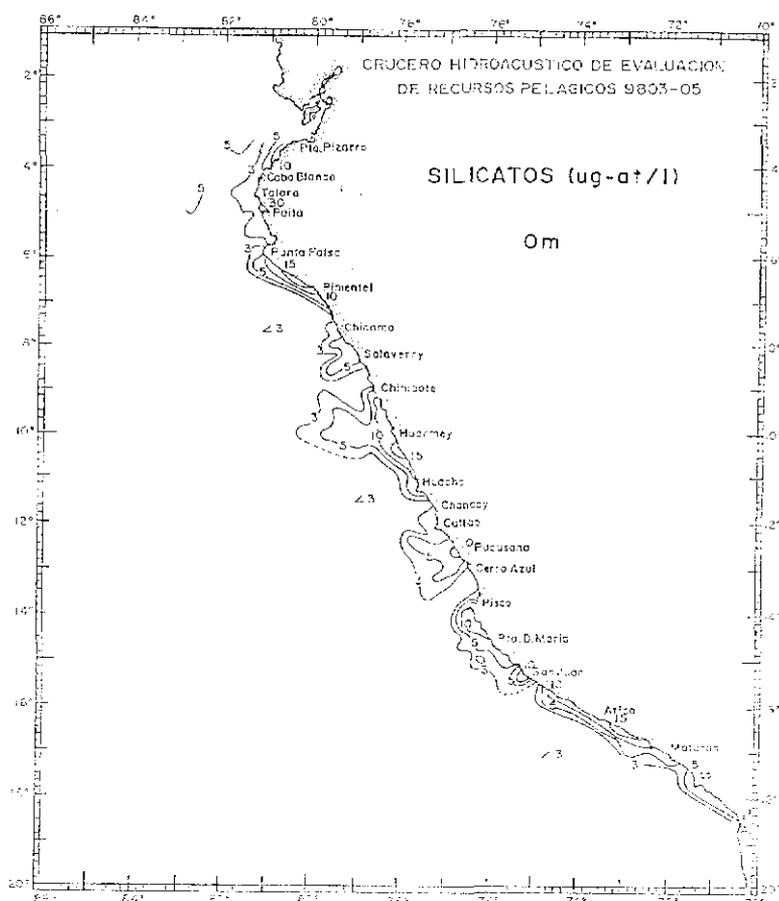
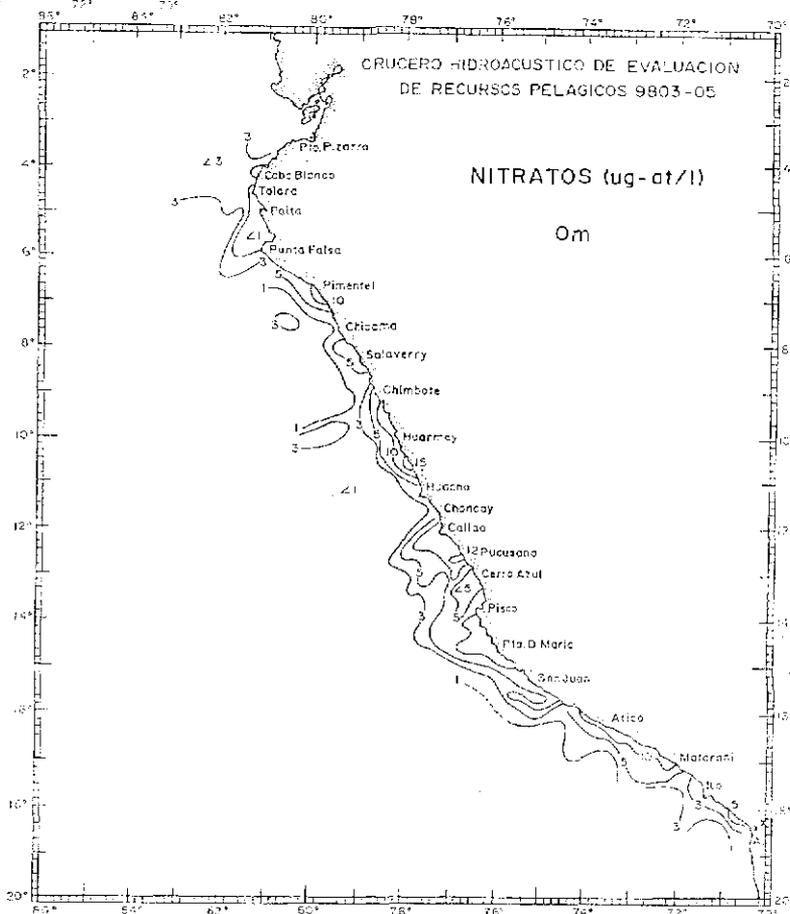


FIGURA 4. Distribución de silicatos (mg-at/L) en la superficie del mar. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Caleta La Cruz, Tumbes a Los Palos, Tacna.

FIGURA 5. Distribución de nitratos (mg-at/L) en la superficie del mar. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Caleta La Cruz, Tumbes a Los Palos, Tacna.



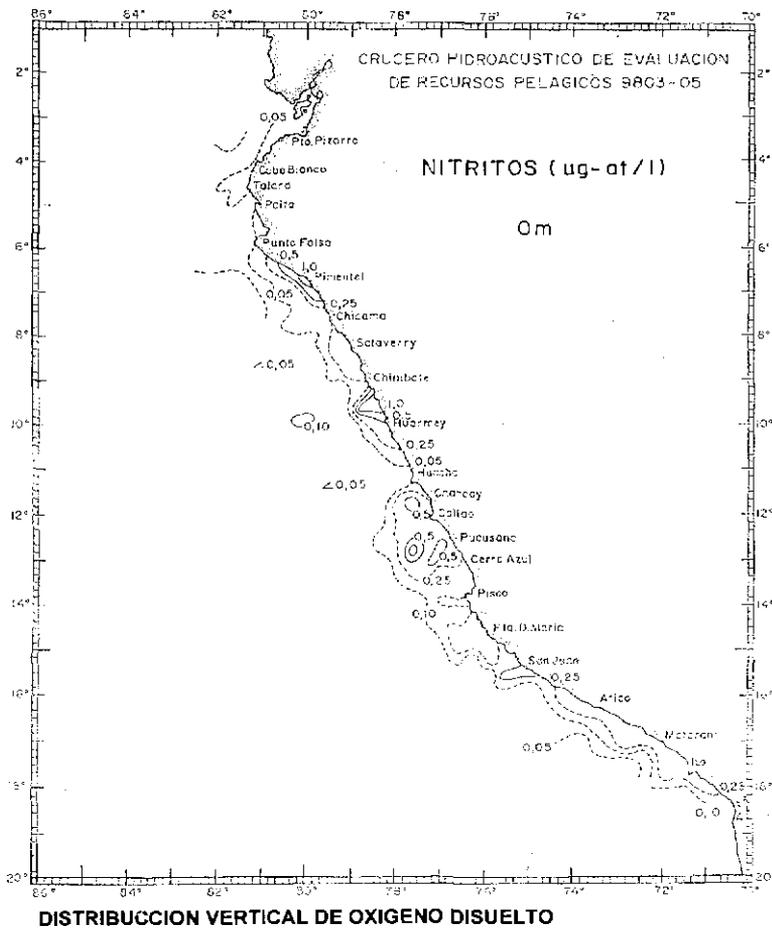
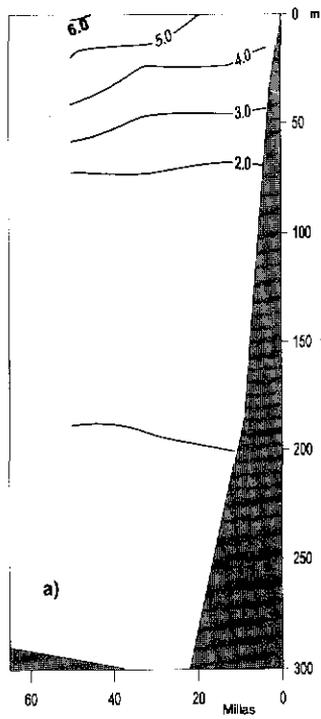
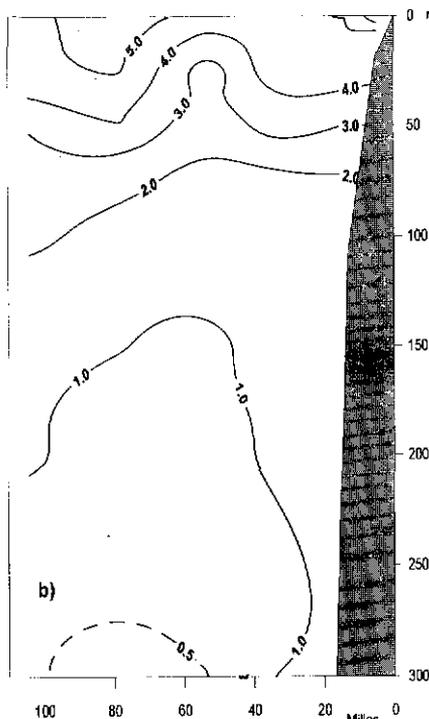


FIGURA 6. Distribución de nitritos (mg-at/L) en la superficie del mar. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Caleta La Cruz, Tumbes a Los Palos, Tacna.

SECCION CALETA LA CRUZ
OXIGENO DISUELTO (ml/l)



SECCION PAITA
OXIGENO DISUELTO (ml/l)



SECCION PUNTA FALSA
OXIGENO DISUELTO (ml/l)

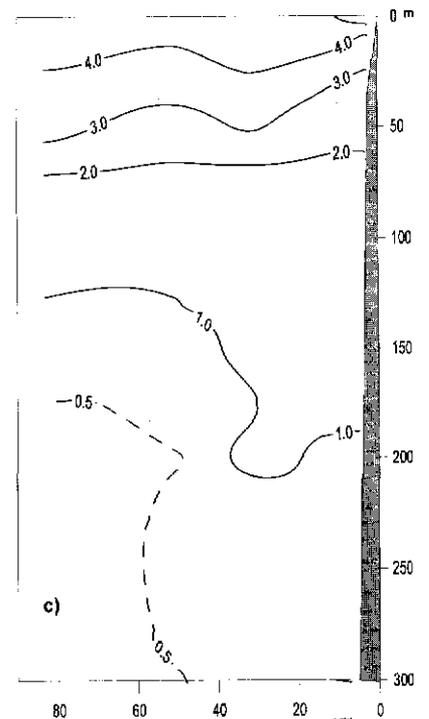


FIGURA 7. Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L): a) Sección Caleta La Cruz. b) Sección Paita y c) Sección Punta Falsa. Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05.

se hallaron en Paita-Punta Falsa y norte de Pimentel, en Chimbote, Huarmey-Chancay y desde Punta Doña María al sur de Atico de 5 a 100 millas debido a las anomalías de El Niño y a la actividad biológica que afectan a este nutriente limitante. Concentraciones de 10 ug-at/L se encontraron en áreas muy reducidas frente a Pimentel, Chimbote-Huarmey, Pucusana, Pisco-Punta Doña María, Atico-Mollendo (Fig. 5).

El rango de los nitritos varió de 0,00 a 1,26 ug-at/L, las concentraciones más altas (1,0 ug-at/L) se hallaron frente a Pimentel y sur de Chimbote hasta el norte de Huarmey (Fig. 6).

Clorofila "a"

Las concentraciones de clorofila alcanzaron los máximos valores dentro de las 10 millas de la costa disminuyendo notablemente fuera de esta distancia. La clorofila "a" como índice de biomasa fitoplanctónica tuvo un rango de 0,23 a 9,61 ug/L.

Distribución vertical

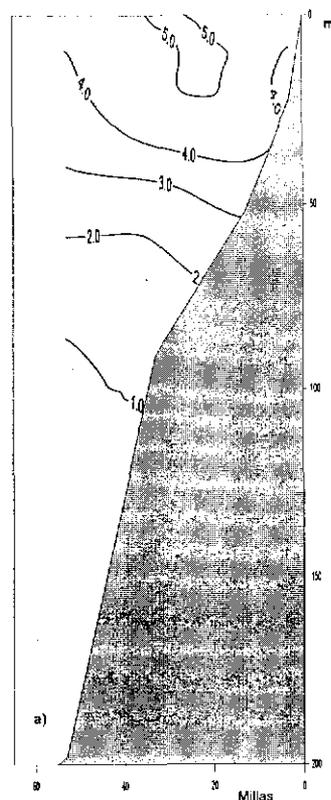
Oxígeno disuelto

En la distribución vertical el oxígeno disuelto presentó concentraciones altas de 5,0-6,0 mL/L hasta los 20 m de profundidad en el área de Caleta La Cruz y Paita. En Punta Falsa la distribución de agua cálidas (33,0-35,2 ‰) alcanzó una mayor mezcla en la capa de 50 m de profundidad, capa en la que se encontraron valores de 2,0 a 4,5 mL/L. El hundimiento costero de la isolinéa de 1,0 mL/L se apreció en Paita y Punta Falsa como efecto de la Extensión de la Corriente Cromwell. En cambio, en Pimentel y Chimbote la distribución de las iso-oxígenas fue menos dispersa que en Caleta La Cruz, Paita y Punta Falsa. En el área central, Callao, se observó a partir de las 50 millas el hundimiento de la isolinéa de 5,0 mL/L por efecto de la incursión de ASS (Figs. 7a, b, c y 8a, b, c).

DISTRIBUCCION VERTICAL DE OXIGENO DISUELTO

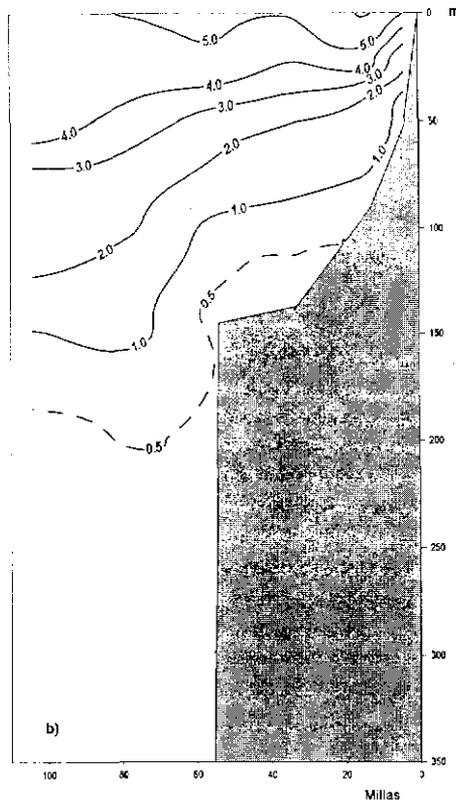
SECCION PIMENTEL

OXIGENO DISUELTO (m/l)



SECCION CHIMBOTE

OXIGENO DISUELTO (m/l)



SECCION CALLAO

OXIGENO DISUELTO (m/l)

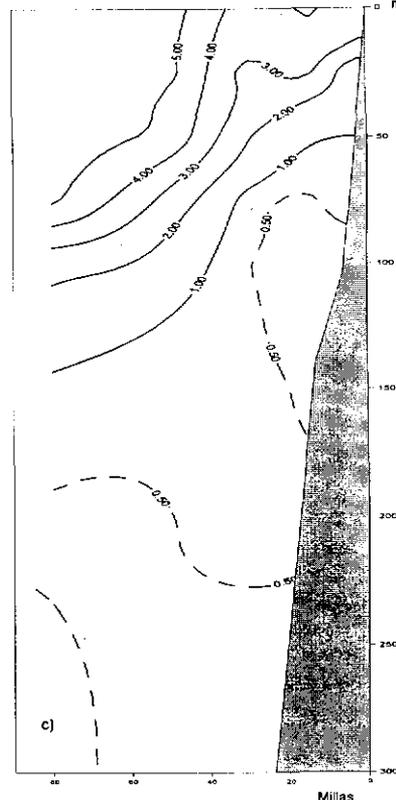


FIGURA 8. Distribución vertical de oxígeno disuelto (mL/L): A) Sección Pimentel, b) Sección Chimbote y c) Sección Callao. Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05.

Nutrientes

En los perfiles de Caleta La Cruz, Paita, Pimentel, Chimbote y Callao la distribución de nutrientes en la columna de agua de 0-50 m fue pobre debido a la presencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS), Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y Aguas Subtropicales Superficiales (ASS); estas últimas desde Pimentel hasta el sur del Callao. En la capa subsuperficial debajo de los 50 m las concentraciones fueron mayores de 1,0 ug-at/L de fosfatos y mayores de 5 ug-at/L de silicatos y nitratos (Figs.

9, 10, 11, 12 y 13). Los núcleos de nitritos mayores de 0,25 ug-at/l a 25 y 50 m de profundidad encontrados en Caleta La Cruz, Paita y Chimbote son característicos en la capa subsuperficial (0-50 m).

Clorofila "a"

La clorofila "a" presentó núcleos con valores de 1,0 ug/L (Pimentel) a 9,0 ug/L (Paita) hasta los 50 m y dentro de las 30 millas de la costa, los valores muy pobres (< 0,5 ug/L) predominaron fuera de las 30 millas de la costa.

SECCION CALETA LA CRUZ (27 marzo 1998)

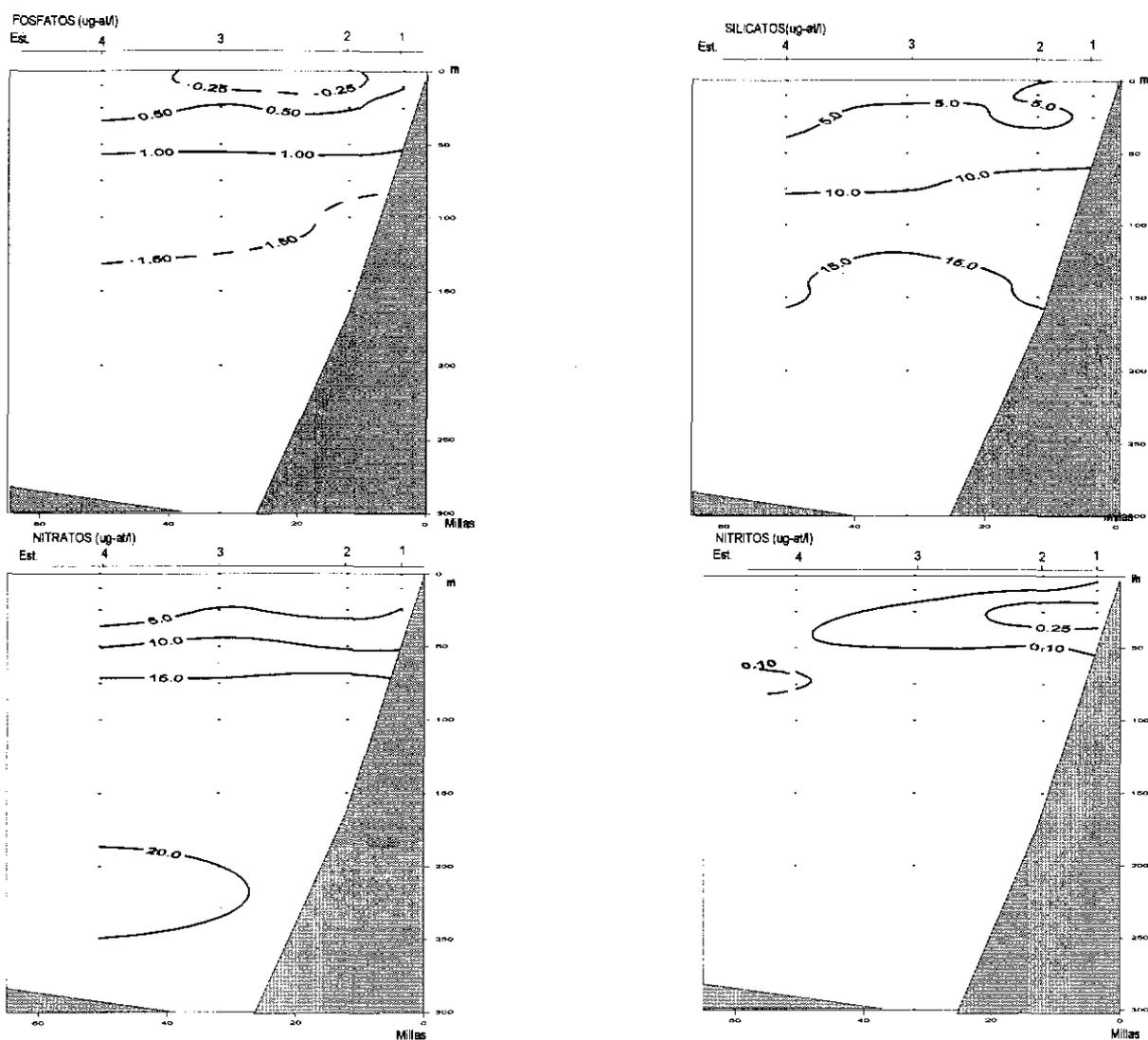


FIGURA 9. Distribución vertical de nutrientes. Sección Caleta La Cruz. Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05.

SECCION PAITA (29 -30 marzo 1998)

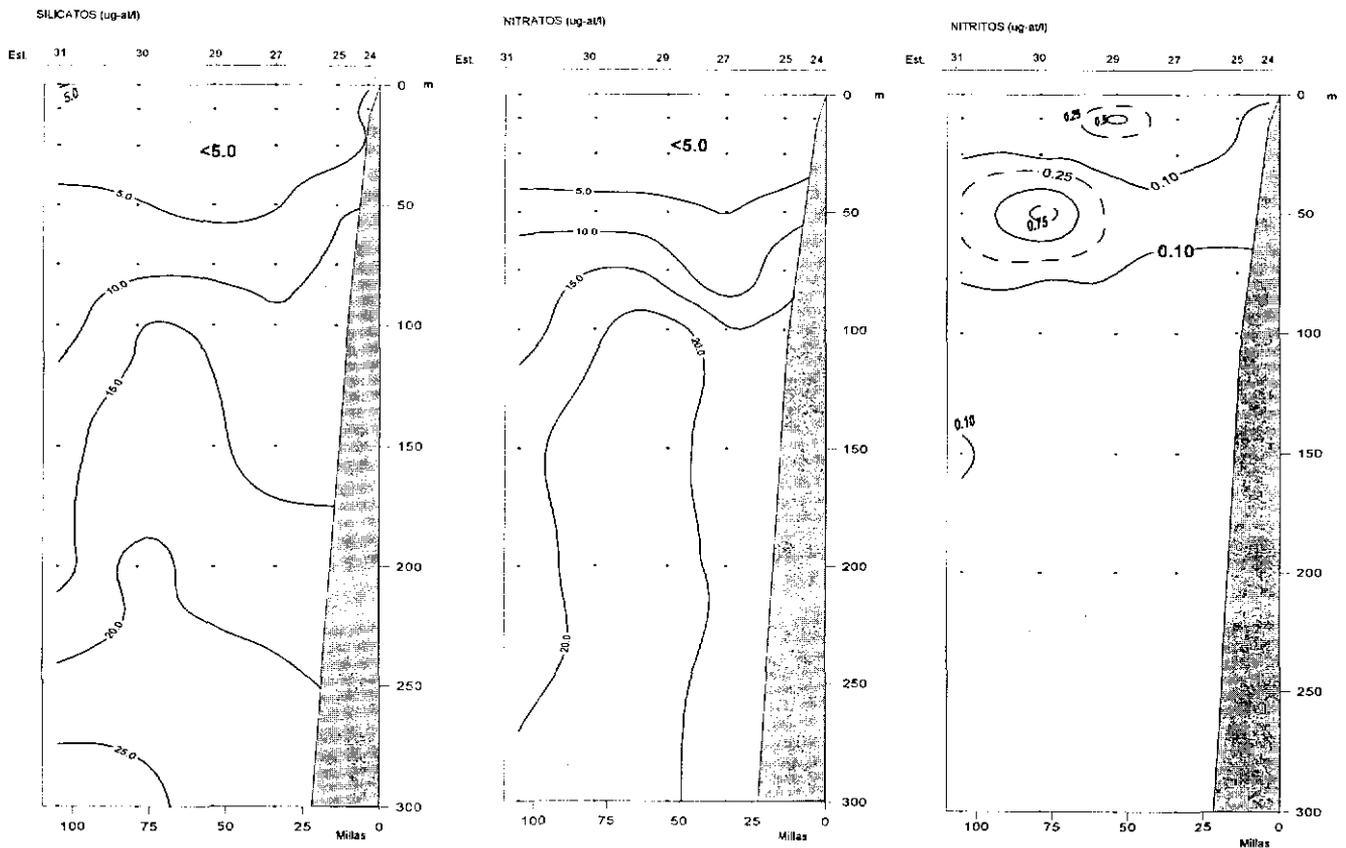


FIGURA 10. Distribución vertical de nutrientes. Sección Paita. Cruceiro Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05.

SECCION PIMENTEL (02 - 03 abril 1998)

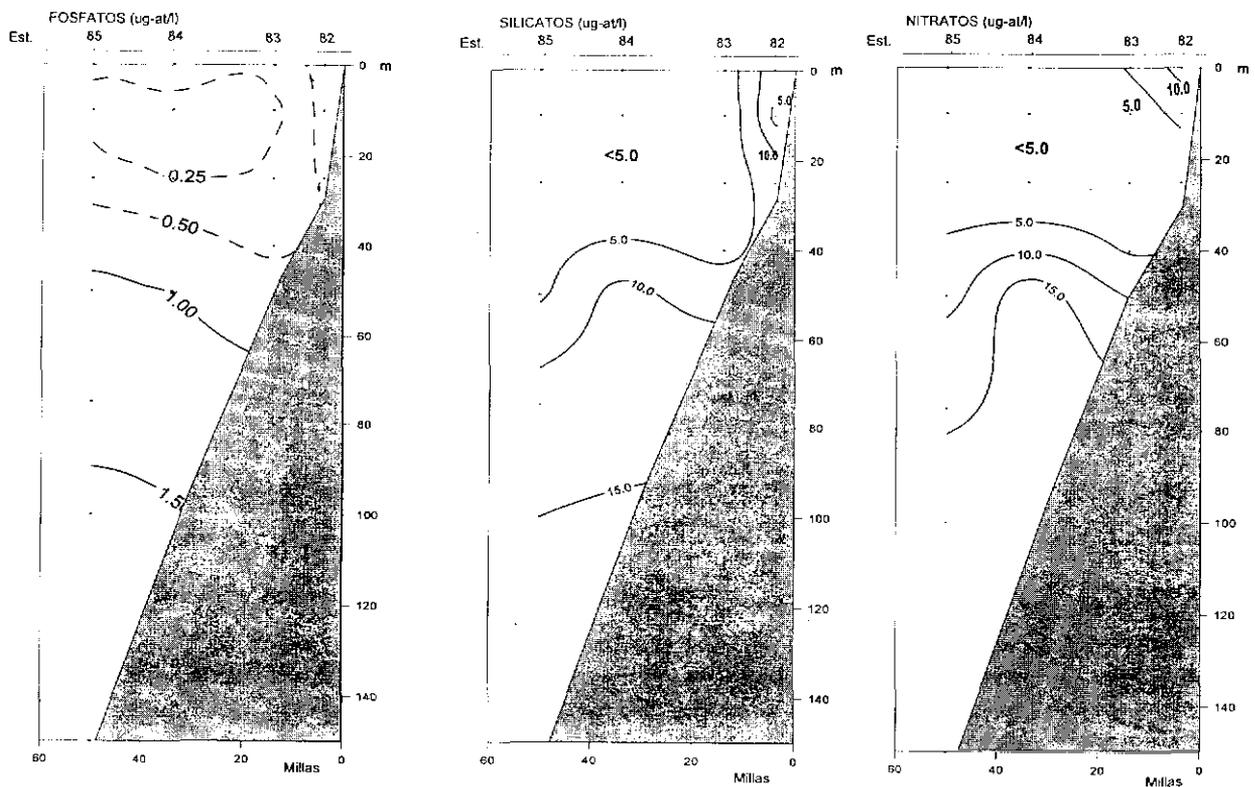


FIGURA 11. Distribución vertical de nutrientes. Sección Pimentel. Cruceiro Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05.

DISCUSION

Las condiciones hidroquímicas a fines de marzo en el área norte desde Caleta La Cruz hasta el sur de Punta Falsa ($3^{\circ} 48' - 6^{\circ} 40' S$) indicaron las concentraciones más pobres de nutrientes en la costa peruana debido a la incursión de ATS y AES y en menor grado al consumo biológico (fitoplancton). La actividad fotosintética en esa área originó valores de 5,0-6,0 mL/L de oxígeno, asociados a concentraciones de clorofila "a" de 2,0-9,0 ug/L dentro de las 30 millas.

Comparando la distribución de los nutrientes en la superficie del mar en etapas diferentes del desarrollo de El Niño 1997-1998, se encontraron valores más bajos en marzo-mayo 1998 (Cr. 9803-05) en relación al mes de abril 1997 (Cr. 9704). En ambos años los focos de afloramiento fueron reducidos dentro de una franja muy costera en la cual se encontraron pequeños núcleos de clorofila, a excepción de Paita y Callao donde alcanzaron hasta 30 millas (Cr. 9803-05).

Por otra parte, en condiciones opuestas durante los años 1995-96 (muy frío) los nutrientes en

SECCION CHIMBOTE (08 - 09 abril 1998)

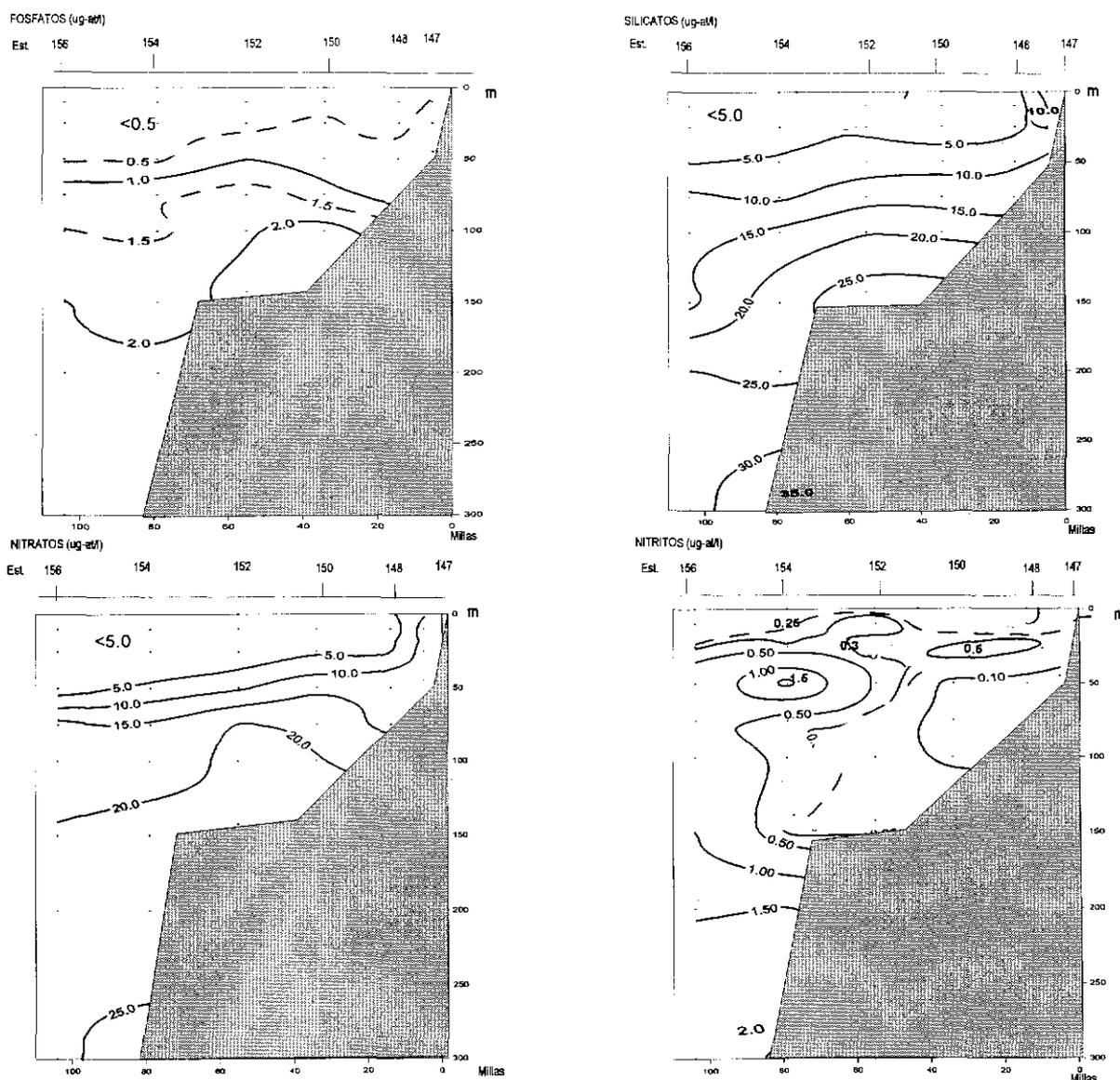


FIGURA 12. Distribución vertical de nutrientes. Sección Chimbote. Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05.

SECCION CALLAO (17 abril 1998)

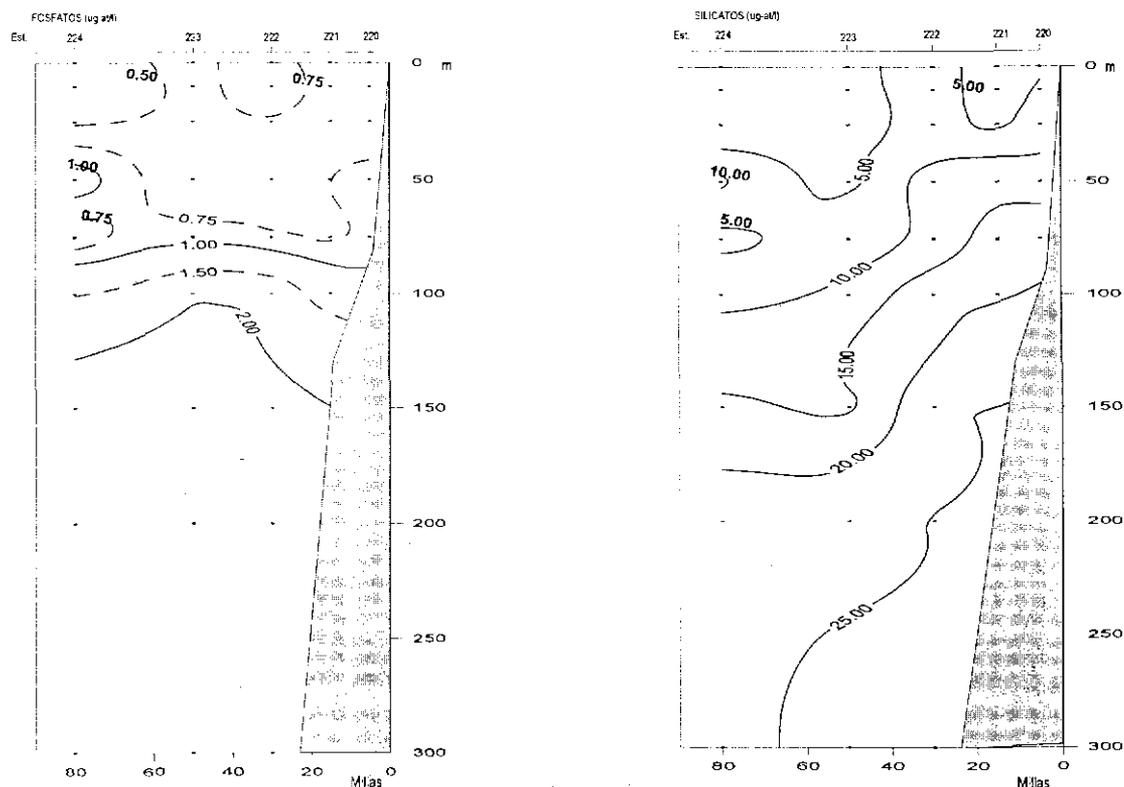


FIGURA 13. Distribución vertical de nutrientes. Sección Callao. Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos BIC Humboldt 9803-05.

la superficie del mar tuvieron valores muy altos y con mayor extensión fuera de la costa. En relación a la disponibilidad de ese nutriente, la distribución de clorofila "a" (1,0 µg/L) se extendió en algunas áreas hasta 100 millas de la costa.

En la distribución vertical de nutrientes, debe señalarse que la isólinea de 1,0 µg/L de fosfatos se encontró alrededor de las 100 m en diciembre 1997 (Cr. 9711-12) en toda la costa ascendiendo en marzo 1998 (Cr. 9803-05) a los 60 m. Así mismo siguiendo la ubicación de la isólinea de 1,0 mL/L de oxígeno desde fines 1997 se encontró que dicha iso-oxígena estuvo distribuida en Caleta La Cruz debajo de los 200 m en diciembre 9711-12 (LEDESMA y SARMIENTO 1997), en marzo 6-7 de 1998 (MOPFEN 9802-03) entre 150 y 200 m y a fines de marzo 27 (Cr. 9803-05) su ubicación se mantuvo en forma similar a esta última. Por otra parte, en el área de Callao se observó la variación de profundidad de 120-220 m en diciembre, en febrero 1998 entre 130 y 160 m y en marzo de 40-125 m siendo más superficial cerca de la costa, lo cual indicaría que las condiciones anómalas muestran una tendencia de cambio en relación a la profundización de la mencionada iso-oxígena.

CONCLUSIONES

1. En el área norte desde Caleta La Cruz a Paita hasta el sur de Punta Falsa las concentraciones de nutrientes en la superficie del mar fueron menores de 0,25 µg-at/L de fosfatos y menores de 3 µg-at/L silicatos y de nitratos afectados por las ATS, AES y actividad biológica.
2. Las concentraciones altas de silicatos 10 µg-at/L en Caleta La Cruz y 30 µg-at/L en Paita cerca de la costa se debió al aporte terrígeno, el cual es característico en época de verano por la crecida de los ríos especialmente durante los eventos cálidos.
3. El afloramiento costero fue reducido a pequeños núcleos localizados, encontrándose concentraciones altas de nutrientes 1,0 µg-at/L fosfatos, > 10-15 µg-at/L silicatos y nitratos y > 0,5 µg-at/L de nitritos, asociados a valores menores de 4 mL/L de oxígeno.
4. En las secciones verticales la distribución subsuperficial de nutrientes presentó concentraciones pobres en la capa de 0-50 m de profundidad.
5. En la superficie del mar el oxígeno se caracterizó por presentar concentraciones de 4,5 y 5,5

mL/L como indicador de masas de agua AES y ASS y menores de 4 mL/L en las áreas costeras de afloramiento.

6. La isolínca de 1,0 mL/L de oxígeno disuelto se encontró entre 40 m cerca de la costa y lejos de esta a 125 m en Callao, más superficial que en diciembre 1997 y febrero 1998, lo cual indica que las condiciones muestran tendencia de cambio.

7. La clorofila "a" presentó núcleos dispersos y costeros con valores de 2,0-9,0 ug/L dentro de las 30 millas de la costa, siendo aún pobre su concentración como disponibilidad de alimento para el recurso.

Agradecimiento

Los autores expresamos nuestro agradecimiento a la Srta. Master RUTH CALIENES Z. por sus enseñanzas, la revisión de los gráficos y del manuscrito.

Referencias

CALIENES, R., O. GUILLEN, N. LOSTANAU. 1985. Variabilidad espacio temporal de clorofila, producción primaria y nu-

trieres frente a la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 10 (1).

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

FLORES, G., J. CORDOVA, J. SOLÍS. 1996. Aspectos hidroquímicos del mar peruano. Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 9502-04 BIC SNP-1. Inf. Inst. Mar Perú 116:61-71

FLORES, G., J. CORDOVA., J. SOLÍS y C. ROBLES. 1997. Condiciones hidroquímicas del mar peruano a comienzos de otoño 1997. Crucero BIC. Humboldt 9704. Inf. Inst. Mar Perú 127:63-71.

INFORME DE LA OPERACIÓN MOPFEN 9802-03: BAP CARRASCO. 1998. Informe Interno IMARPE 22 pp. DGIO.

LEDESMA, J. y M. SARMIENTO. 1997. Condiciones hidroquímicas durante el Crucero Oceanográfico 9711-12. BAP Carrasco. Informe Interno IMARPE 32 pp. DGIO.

UNESCO 1983. Manual y guías N° 12.

STRICKLAND, C. J. y T. PARSONS. 1968. Manual of the sea Water Analysis. Bul. Fis. Res. Bd. Canada N° 125.

ZUTA, S. y O. GUILLEN., 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú. 2(5): 157-324.