



Instituto del
Mar del Perú



Universidad Nacional
Agraria, La Molina



Asociación
Latinoamericana
de Investigadores
en Ciencias del
Mar



Deutsche
Gesellschaft für
Technische
Zusammenarbeit
(GTZ) GmbH

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

volumen extraordinario

*Recursos y Dinámica del Ecosistema de
Afloramiento Peruano*

Editores:

Horst Salzwedel y Antonio Landa

*Memorias del 2do Congreso
Latinoamericano sobre Ciencias del Mar
(COLACMAR),
17-21 Agosto de 1987, Lima, Perú*

TOMO I

Callao-Perú 1988

Variación Espacio - Temporal del Fitoplancton frente a Callao, Perú, en 1986

NOEMI OCHOA y OLGA GOMEZ

Instituto del Mar del Perú, Apartado 22, Callao, Perú

RESUMEN

Entre enero y noviembre de 1986 se colectaron un total de 216 muestras de fitoplancton en siete estaciones frente al Callao, Perú, hasta y 200 millas nauticas de distancia a la costa en profundidades de 0 - 50 m. Se determinaron las composiciones espciológicas y las densidades en relación a los factores ambientales.

Las mayores concentraciones de fitoplancton se encontraron cerca a la costa entre los 0 y 25 m de profundidad. Las diatomeas fueron el grupo más importante en el fitoplancton nerítico, asociado a aguas costeras frias, y los coccolitofóridos y microflagelados fueron dominantes lejos de la costa, asociados a aguas subtropicales superficiales. Las mayores abundancias de fitoplancton se encontraron en la primavera y otoño y la menor en invierno. El dinoflagelado *Gymnodinium splendens* fue muy abundante en el mes de mayo formando una 'marea roja' que permaneció hasta el mes de agosto.

ABSTRACT

Seasonal and spatial variation in the phytoplankton off Callao, Peru, in 1986. From January to November 1986 a total of 216 phytoplankton samples was taken at seven stations off Callao, Perú, up to 200 nautical miles off the coast in depths between 0 and 50 m. The species composition and densities were determined in relation to environmental factors.

The highest phytoplankton concentrations were found near the coast in depths of 0 - 25 m. Diatoms were the most important group in the neritic phytoplankton, associated with cold coastal waters, while coccolithophorids and microflagellates predominated offshore, associated with subtropical surface waters. The dinoflagellate *Gymnodinium splendens* was very abundant during May, forming a 'red tide' which persisted until August.

INTRODUCCION

Parte del proyecto MOPAS (Monitoreo Oceanográfico Pesquero en Areas Seleccionadas) que el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en coordinación con la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina Peruana (DHNM) y la Universidad de Duke realizan desde diciembre de 1985, es un muestreo mensual en un perfil frente al Callao (12° S) para estudiar las características oceanográficas, la productividad primaria y el fitoplancton del área. El presente trabajo se ocupa de las variaciones temporales y espaciales de la comunidad fitoplanctónica en dicho perfil durante 1986. Los demás datos (temperatura, salinidad, nutrientes, clorofila, etc). serán trabajados en la Universidad de Duke, USA, y publicados posteriormente.

MATERIAL Y METODOS

Entre enero y noviembre de 1986 se efectuaron muestreos aproximadamente mensuales en siete estaciones frente al Callao hasta 200 millas nauticas (370.4 km) mar afuera (Fig. 1). En el mes de noviembre el muestreo se realizó 50 km más al sur, frente a Pucusana, área de características ambientales similares al Callao por formar parte del mismo foco de afloramiento. Utilizando botellas NISKIN se obtuvieron 216 muestras de agua a 0, 10, 25 y 50 m de profundidad. En julio sólo se tomaron muestras de la superficie.

El conteo se efectuó con un microscopio invertido según el método de UTERMÖHL, teniendo en cuenta las recomendaciones de la UNESCO (1978), utilizando cilindros de sedimentación de 50 ml de capacidad.

La identificación de las especies se realizó siguiendo los trabajos de CUPP (1943), DODGE (1982), HENDEY (1964), HUSTEDT (1930), RAMPI y BERNARD (1981), SCHILLER (1930, 1937) y SOURNIA (1967).

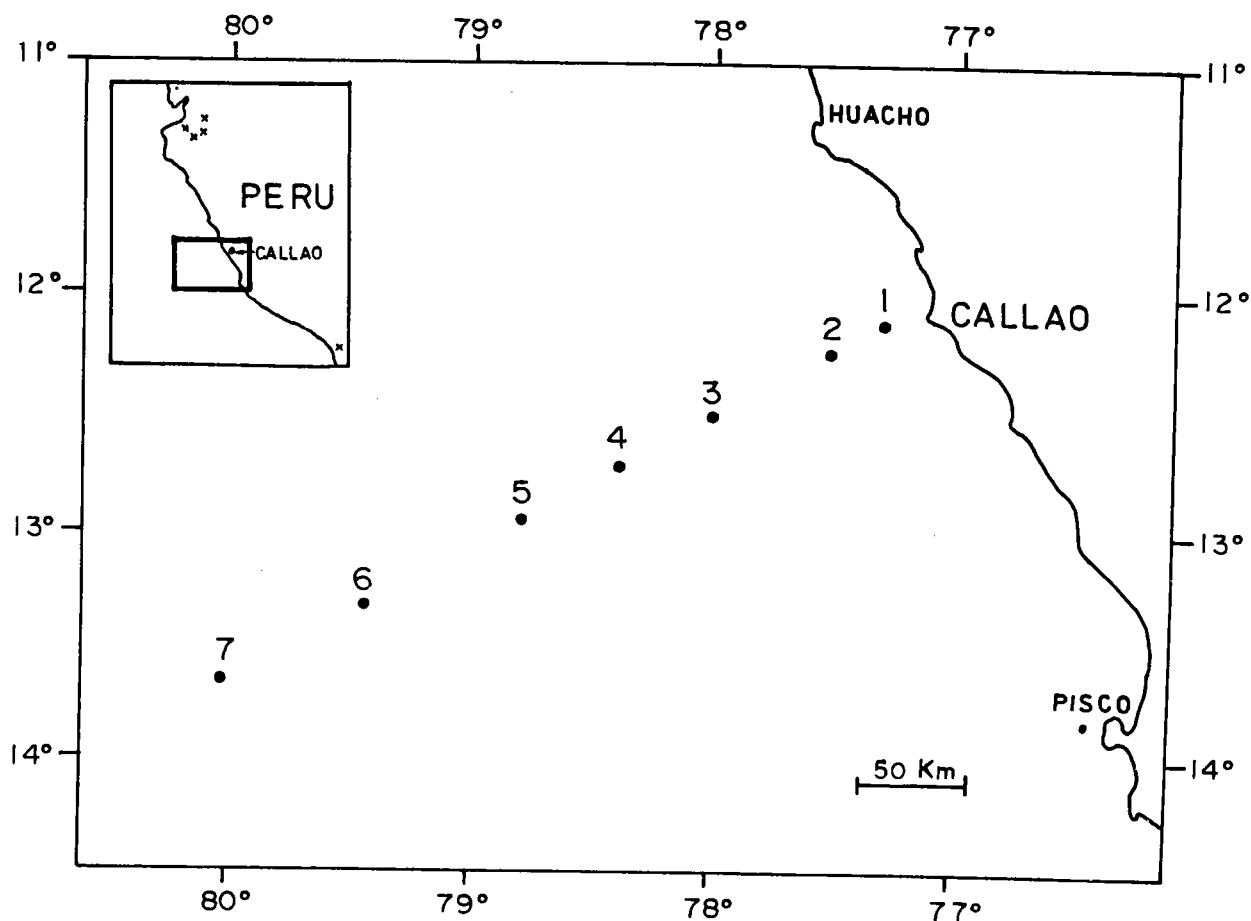


Fig. 1. Estación de muestreo frente al Callao.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición especiológica

La composición y dominancia del fitoplancton cambia con la distancia de la costa. En la región más próxima, donde se encuentran las aguas costeras frías ricas en nutrientes (ZUTA y GUILLEN, 1970), predominaron las diatomeas pequeñas de alta tasa de reproducción comunes en aguas frías de afloramiento costero, como: *Skeletonema costatum*, *Detonula pumila*, *Chaetoceros compressus*, *Ch. socialis*, *Ch. debilis*, *Ch. lorenzianus*, *Nitzschia longissima*, *Rhizosolenia delicatula*, *Eucampia zoodiacus* y *Thalassiosira angulata*, lo que coincide con lo encontrado por ROJAS DE MENDIOLA (1981). Hacia la región oceánica se presentaron otras especies, generalmente de mayor tamaño como: *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia bergonii*, *R. imbricata*, *R. stolterfothii*, *R. alata*, *Leptocylindrus mediterraneus*, *Pseudoeunotia doliulus*, *Thalassiothrix delicatula*, *T. longissima*, *Chaetoceros coarctatus* y *Ch. peruvianus* entre otras especies asociadas a aguas subtropicales superficiales (de altas temperaturas, altas salinidades y pobres en nutrientes; ZUTA y GUILLEN, 1970).

Aparte de estos dos grupos existió otro grupo de diatomeas con una distribución más homogénea en toda el área de estudio formado por las especies *Rhizosolenia fragilissima*, *Nitzschia delicatissima*, *N. closterium*, *N. bicapitata*, *Cerataulina pelagica*, *Thalassionema bacillaris* y *T. nitzschioides*.

Los cocolitofóridos, organismos predominantes en los frentes (MARGALEF, 1985), también fueron importantes numéricamente, especialmente en el área oceánica, asociadas a aguas más calientes, siendo poco abundantes o ausentes en la región costera. Este grupo estuvo constituido casi exclusivamente por *Emiliana huxleyi* y

Gephyrocapsa oceanica. En la parte más oceánica las especies *Acanthoica quattropsina*, *Calciosolenia murrayi*, *C. granii* var. *closterium*, *C. granii* var. *cylindrothecaeformis*, *Ophiaster hydroideus*, *Syracosphaera pulchra*, *Rhabdosphaera stylifer* y *Michaelsarsia* sp. incrementaron la diversidad de este grupo.

Los flagelados desnudos, generalmente oceánicos y de aguas tropicales (ROJAS DE MENDIOLA y ESTRADA 1976) representados por *Eutreptiella gymnastica*, *Leucocryptos marina* y una serie de organismos pequeños de difícil identificación, también fueron importantes. Su distribución era similar a la de los cocolitoforidos pero son menos frecuentes y abundantes.

El grupo en número de individuos de los dinoflagelados en general fue el más pobre. En la región costera predominan *Protoperidinium mendiolae*, *P. minutum*, *Gonyaulax peruviana*, *P. pellucidum*, *P. excentricus*, *Prorocentrum gracile* y *Oxyphysis oxytoxoides*. En aguas oceánicas *P. quamerence*, *P. globulus*, *P. ovum*, *Ceratium carriense*, *C. incisum*, *C. macroceros*, *C. massiliense*, *C. kofoidii*, *Asterodinium gracilis* y *Amphidinium acutissimum*. Otro grupo se encontró en todo el área de estudio como *C. furca*, *C. fusus* var. *fusus*, *C. azoricum*, *Dissodinium asymmetrica*, *Prorocentrum micans*, *Scrippsiella trochoidea* y *Gymnodinium splendens*.

La distribución del fitoplancton en la sección Callao es similar a la distribución en otras áreas de afloramiento como Africa nor occidental (MARGALEF, 1978; BLASCO *et al.*, 1981) y San Juan Perú (BLASCO, 1971), donde se desarrolla una secuencia de poblaciones alrededor del centro del afloramiento que reflejan las etapas de la sucesión fitoplanctónica en su distribución espacial.

El área de distribución de los diferentes componentes del fitoplancton cambia durante el año, dependiendo de las condiciones ambientales y de las diferentes masas de agua que dominan en la región. No obstante que según ERFEN (1987) las condiciones oceanográficas durante el año 1986 fluctuaron dentro del rango normal de variación descritos por ZUTA y GUILLEN (1970), la presencia de especies oceánicas como *R. stolterfothii*, *Ch. dadayi*, *T. delicatula* y *E. huxleyi* en febrero, a las que se adicionaron *Ch. peruvianus*, *P. sol*, *R. bergonii*, *Ch. atlanticus* y *G. oceanica* en agosto, mas la disminución del área de distribución y el decremento de abundancia de diatomeas típicas de áreas de afloramiento, indicaron un acercamiento de las aguas subtropicales superficiales hacia la costa. Esta observación fue confirmada por las salinidades mayores de 35.1 ‰ a 20 - 30 millas náuticas de la costa (información proporcionada por la Dirección de Oceanografía del IMARPE).

Variación temporal y espacial

La variación mensual del fitoplancton durante 1986 se muestra en las figuras 2, y 3. Durante el verano, de enero a marzo, las mayores concentraciones del fitoplancton (densidades superiores a 10,000 cel/50 ml) se encontraron cerca a la costa hasta aproximadamente 60 millas náuticas mar afuera, encima de los 25 m de profundidad, asociadas a temperaturas menores de 22 °C y salinidades menores de 35.1 ‰. Dominan las diatomeas pequeñas y las especies más abundantes fueron *S. costatum*, *Roperia tessellata*, *R. delicatula* y *R. fragilissima*.

Hacia el área oceánica decreció la densidad fitoplanctónica y la abundancia de diatomeas, incrementándose el cocolitoforido *Emiliana huxleyi*. La misma especie se acercó gradualmente hacia la costa llegando hasta las 20 millas náuticas en el mes de marzo. Otro componente importante en esta área fueron los flagelados, especialmente durante el mes de enero.

En abril y mayo la biomasa fitoplanctónica se incrementó rápidamente, concentrándose en un foco de abundancia costero que se extiende hasta las 100 millas náuticas de la costa con densidades máximas de 120,000 cel/50 ml y otro de menor densidad afuera de las 150 millas náuticas. En el primero predominaron las diatomeas *S. costatum*, *T. angulata*, *R. fragilissima* (asociadas a temperaturas menores de 21 °C y salinidades menores de 35.2 ‰) y en el segundo el cocolitoforido *E. huxleyi*.

En el mes de mayo hubo un desarrollo masivo del *Gymnodinium splendens* en todo el perfil, asociado a diatomeas propias de la región y temperaturas menores de 20 °C. Dando lugar a una intensa marea roja que permaneció hasta el mes de agosto. Este fenómeno es común en nuestro mar y ha sido registrado anteriormente por BLASCO (1971), ROJAS DE MENDIOLA (1981) y SANTANDER y OCHOA (1982).

Durante el invierno, julio y agosto, las máximas concentraciones de fitoplancton descienden a valores inferiores a 10,000 cel/50 ml. La distribución del fitoplancton es más homogénea en toda la columna de agua en todas las estaciones del transecto, y no hay una predominancia definida de un grupo.

Un significativo aumento de la biomasa fitoplanctónica tiene lugar a fines de setiembre, altas densidades de células, mayormente superiores a 100,000 cel/50 ml, se concentraron dentro de las 50 millas, distribuyéndose en toda la columna de agua hasta los 50 m de profundidad. Esta riqueza fitoplanctónica fue dada mayormente por las

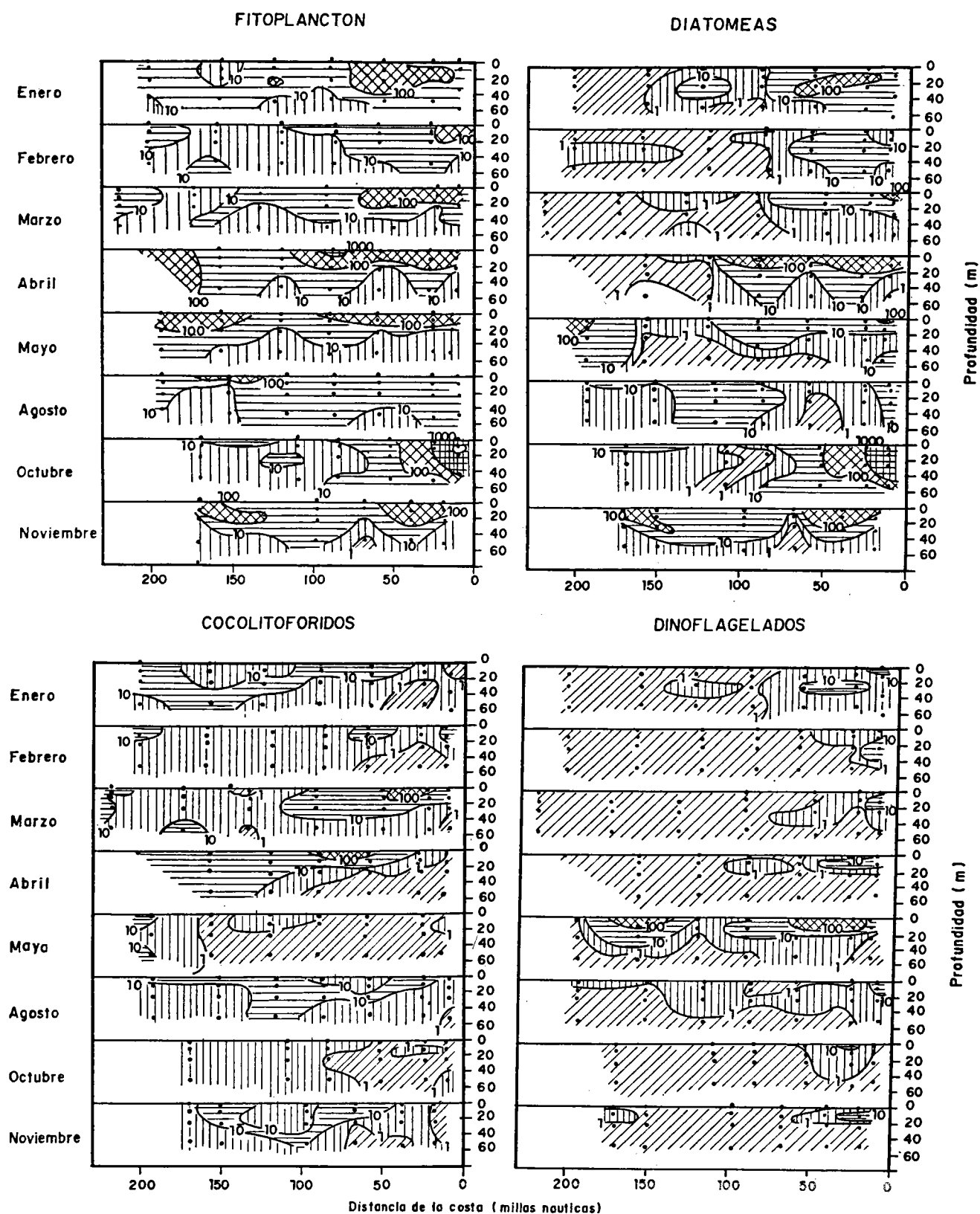


Fig. 2. Distribución vertical del total de fitoplancton, diatomeas, cocolitoforidos y dinoflagelados en número de células x 100 en 50 ml frente al Callao entre enero y noviembre de 1986.

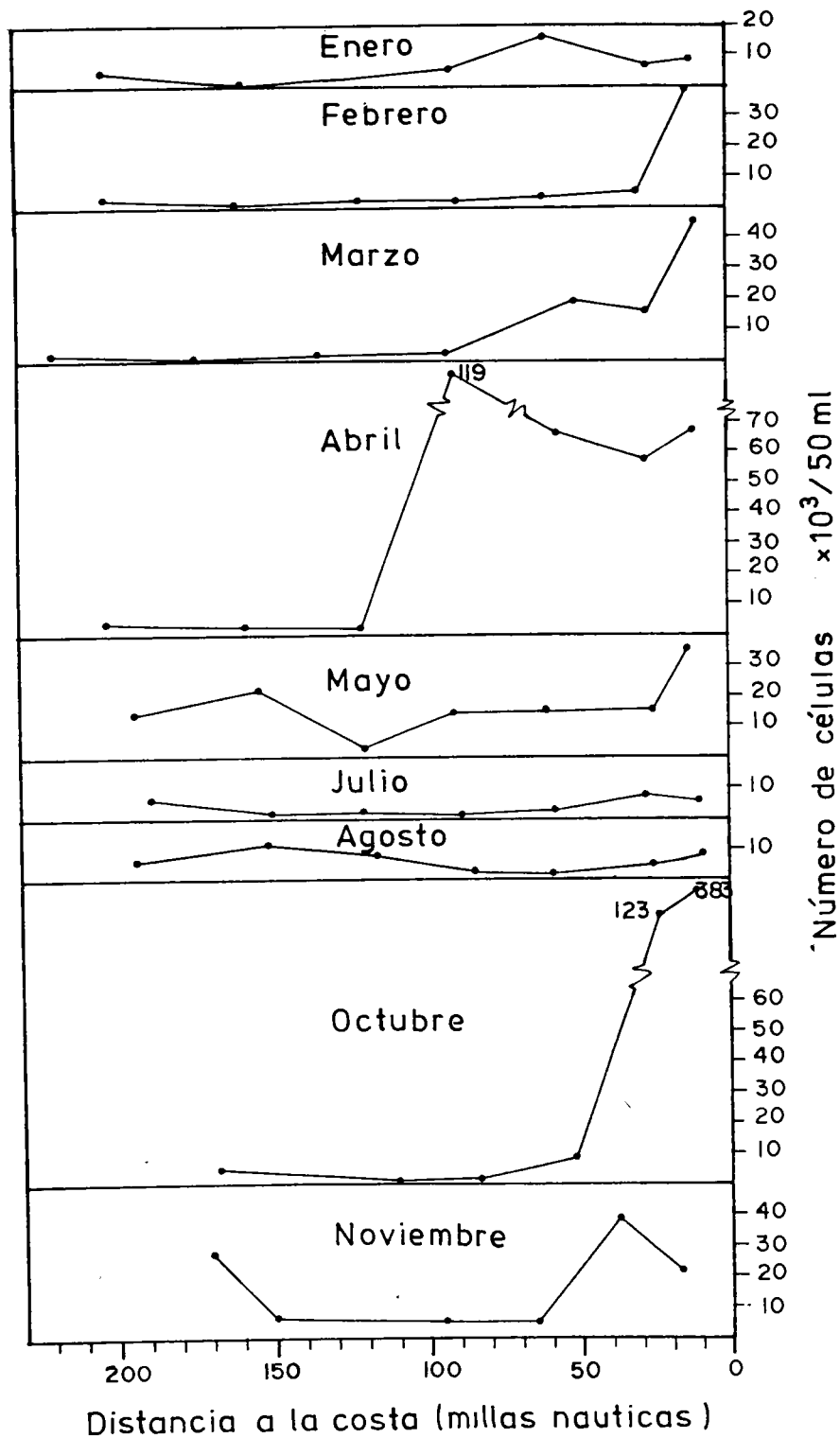


Fig. 3. Variación mensual del total del fitoplancton superficial frente al Callao entre enero y noviembre de 1986.

diatomeas *S. costatum*, *D. pumila*, *Asterionella japonica*, *R. stolterfothii*, *Ch. compressus* y *E. cornuta*. En contraste con estos valores se encontraron bajas densidades en el área oceánica donde predominaron coccolitofóridos y diatomeas de aguas oceánicas como *T. delicatula*, *T. longissima*, *R. stolterfothii* y otras especies como *P. doliolus*, *T. subtilis*, *N. delicatissima* y *N. longissima*.

En noviembre hay un decrecimiento de la población de diatomeas después del florecimiento primaveral ocurrido a fines de setiembre, lo que se relaciona con el calentamiento anómalo que se inició en el mes de noviembre de 1986 y continuó hasta el mes de marzo de 1987.

Las máximas concentraciones (hasta 37,720 cel/50 ml) se encuentra en el área nerítica a 40 millas nauticas de la costa. Un segundo pico de abundancia relativa se encuentra en el área oceánica con densidades superiores a 10,000 cel/50 ml. En ambos predominan las diatomeas *Ch. compressus*, *Ch. lorenzianus*, *N. delicatissima*, *R. imbricata* y *N. closterium*.

Distribuciones del fitoplancton similares a las descritas fueron observadas en aguas peruanas por CALIENES (1966), ROJAS de MENDIOLA y ESTRADA (1976), BLASCO (1971), OCHOA y GOMEZ (1981), ROJAS de MENDIOLA (1981) y ROJAS de MENDIOLA *et al.* (1985), en Chile por AVARIA (1975), AVARIA y ORELLANA (1975), AVARIA y MUÑOZ (1982) y en Ecuador por JIMENEZ (1981 a, y b).

En general los resultados confirman las observaciones de BROWN y HUTCHINGS (1985) y GUILLEN *et al.* (1971), quienes encontraron que en el invierno el fitoplancton es pobre y uniformemente distribuido en la columna de agua debido a la mezcla por turbulencia vertical y a la luz reducida. Durante la primavera y el verano la capa de la mezcla más superficial, el incremento de nutrientes en la zona enfótica y las mejores condiciones de luz permiten la formación de altas concentraciones de fitoplancton cerca a la costa arriba de los 20 - 40 m de profundidad.

BROWN y HUTCHINGS (1985) atribuye la presencia de un pico de biomasa cerca a la costa al estallido inicial de las diatomeas después del afloramiento y la de un segundo pico fuera de la costa al reemplazo de los nutrientes por la degradación de los microheterotrofos, excreción del zooplancton y entrada de nutrientes desde la profundidad debido a la turbulencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Sr. Carlos Robles Cáceres por la colección de las muestras y al Sr. Guillermo Gracey por la confección de los gráficos.

REFERENCIAS

- AVARIA, B. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaiso II. Fitoplancton 1970-71. Rev. Biol. Mar Valparaiso 15: 131-148.
- AVARIA, S y E. ORELLANA. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la Bahía de Valparaiso III. Fitoplancton 1972-73. Rev. Biol. Mar. Valparaiso 15: 207 - 226.
- AVARIA, S y P. MUÑOZ. 1982. Producción actual, biomasa y composición específica del fitoplancton de la Bahía de Valparaiso en 1979. Rev. Biol. Mar Valparaiso 18: 129 - 157.
- BLASCO, D. 1971. Composición y distribución del fitoplancton en la región del afloramiento de las costas peruanas. Invest. Pesq. 35: 61 - 112.
- BLASCO, D., M. ESTRADA y B. H. JONES. 1981. Short time variability of phytoplankton populations in upwelling regions-the example of Northwest Africa. En: Richards (ed.), Coastal Upwelling. Coastal and Estuar. Sciences American Geophysical Union, Mass.: 339 - 347.
- BROWN, P. C. y L. HUTCHINGS 1985. Distribución y dinámica del fitoplancton en la región meridional de la corriente de Benguela. Simp. Int. O Afr. Inst. Inv. Pesq. 1: 319-344.
- CALIENES, R. 1966. Fluctuaciones del fitoplancton en relación con los fosfatos, temperatura y el desove de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en el área del Callao, en los años 1961 - 1962 Mem. I Sem. Latinoam. Oceano Pacífico Oriental, Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima, Perú: 70 - 72.
- CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceangr. 5: 1 - 237.
- DODGE, J. 1982. Marine dinoflagellates of the British Isles. Her Majesty's Stationery Office, London: 310 pp.
- ERFEN. 1987. Informe final de la VI Reunión del Comité Científico de ERFEN. Callao, junio de 1987. Com. Perm. Pacífico Sur: 34 pp.
- GUILLEN, O., B. ROJAS de MENDIOLA y R. IZAGUIRRE de RONDAN. 1971. Primary productivity and phytoplankton in the coastal peruvian waters. En: J. D. Costlow (ed.), Fertility of the Sea. Gordon and Breach Science Publ., New York, 1: 157-185.
- 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.
- HUSTED, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed.). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.

- IMARPE-SENAMHI-DHNM-IGP. 1986. Condiciones Bio-oceanográficas y meteorológicas frente a la costa peruana en enero-junio 1986. Bol. ERFEN 19: 3-11.
- JIMENEZ, R. 1981a. El fitoplancton como posible indicador del afloramiento originado por la sub-corriente ecuatorial (corriente de Cromwell) al oeste de las Islas Galápagos. Mem. Sem. indicadores biológicos del plancton, UNESCO. Of. Reg. Ciencia y Tec. América Latina y El Caribe, Montevideo, Uruguay: 24 - 44.
- JIMENEZ, R. 1981b. Composition and distribution of phytoplankton in the upwelling System of the Galapagos Islands. *En*: F. Richards (ed). Coastal Upwelling. Coastal Estuar. Sciences. American. Geophysical Union Washington, Mass: 327 - 338.
- MARGALEF, R. 1978. Phytoplankton communities in upwelling areas, the example of N.W. Africa. *Ecología acuática* 3: 97 - 132.
- MARGALEF, R. 1985. Primary production in upwelling areas: Energy, global ecology and resources. *Simp. Int. O Afr. Inst. Inv. Pesq.* 1: 225 - 232.
- OCHOA, N. y O. GOMEZ. 1981. Variaciones del fitoplancton en el área de Chimbote durante 1977. *En*: Landa (ed.) Investigación Cooperativa de la Anchoqueta y su Ecosistema (ICANE) entre Perú y Canadá. Bol. Inst. Mar Perú - Callao. Vol. extraordinario: 119 - 129.
- RAMPI, L. y M. BERNHARD 1981. Chiave per la determinazione delle cocolitoforidee mediterranee. Comitato Naz. Energia Nucleare-RT/B10 (81) 13: 98 pp.
- ROJAS de MENDIOLA, B. 1981. Seasonal phytoplankton distribution along the Peruvian coast *En*: F. Richards (ed.), Coastal Upwelling. Coastal Estuar. Sciences Amer. Geophysical Union, Mass: 348 - 356.
- ROJAS de MENDIOLA, B. y M. ESTRADA, 1976. El fitoplancton en el área de Pimentel, Lambayeque, Perú, verano de 1972. *Invest. Pesq.* 40 (2): 463 - 490.
- ROJAS DE MENDIOLA, B. O. GOMEZ y N. OCHOA. 1985. Efectos del fenómeno "El Niño" 1982-83 sobre el fitoplancton de la costa peruana. *Simp. Int. Afr. O Afr. Inst. Inv. Pesq.* 1: 417 - 433.
- SANTANDER, H. y N. OCHOA. 1982. Informe sobre mareas rojas en el Perú. *En*: Mareas rojas en el plancton del Pacífico Oriental. Inf. UNESCO, Ciencias del Mar 19: 18 - 33.
- SCHILLER, J. 1930. Coccolithineae. *En*: L. Rabenhorst (ed.) Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig, Reprint by Johnson Repr. Corp., New York 1971, Vol 10 Section 2: 272 pp.
- SCHILLER, J. 1937. Dinoflagellatae (Peridinaee) in monographischer Behandlung. 2 Tell. *En*: L. Rabenhorst (ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol 10 Section 3, Parte 2: 589 pp.
- SOURNIA, A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridiniin planctonique) dans le Canal de Mozambique. *Contribution a une revision mondiale Vie et Milieu* 18: 375 - 580.
- UNESCO. 1978. Phytoplankton Manual, Monogr. Oceanogr. Methodology 6: 1 - 337.
- ZUTA, S. 1987. Condiciones Oceanográficas frente al Perú en 1986. *Inf. int. Inst. Mar Perú-Callao*: 3pp.
- ZUTA, S. y O. GUILLEN. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú Callao* 2 (5): 157 - 324.