

VARIABILIDAD TEMPORAL DEL FITOPLANCTON EN ÁREAS COSTERAS DEL MAR ECUATORIANO Y SU INTERRELACIÓN CON EL EVENTO LA NIÑA 1999-2000, ECUADOR.*

Por: María Elena Tapia⁽¹⁾

Resumen

Se analizaron un total de 24 estaciones en La Libertad y 12 estaciones costeras en Manta durante el evento atípico La Niña 1999 - 2000. Se elaboraron gráficos de las especies (muestras de red de 50u) y la relación con los parámetros físicos y químicos.

Las condiciones físicas durante el desarrollo del evento La Niña 1999 - 2000, no siguieron un patrón definido, sino que han presentado características particulares para cada región del océano Pacífico Sur. En Ecuador se observó que la productividad biológica aumentó considerablemente en La Libertad durante el año 2000 existiendo la presencia de afloramientos con altas concentraciones celulares e incremento de la abundancia relativa.

Las principales especies con mayor densidad celular en La Libertad fueron *Chaetoceros affinis*, *Rhizosolenia hebetata*, *R. stolterfothii*, *Thalassiosira subtilis*, *Leptocylindrus danicus*.

Las especies representativas en Manta fueron *Hemiaulus sinensis*, *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. coarctatus*, *Dityllum brightwellii*; las mismas que presentaron variabilidad en su distribución, registrando altas concentraciones celulares.

Palabras Claves: Productividad, impacto, afloramiento, escalas de productividad.

Abstract

Twenty four and twelve coastals stations were analyze in Manta during the event La Niña 1999 – 2000, graphic of the (with a net of 50u) and the relation with the parameters physical and quimical.

The physical conditions during the development of "La Niña 1999 - 2000" event, were not continued as a defined pattern, showing particular characteristics for each region of the south Pacific ocean. In Ecuador was evidenced that the biological productivity creased considerably in the Libertad during the year 2000 before evidencing the upwelling with chlorophyll nucleus creasing of the abundance relative.

The main species with mayor cell density in the Libertad were *Chaetoceros affinis*, *Rhizosolenia hebetata*, *R. stolterfothii*, *Thalassiosira subtilis*, *Leptocylindrus danicus*.

The species representatives in Manta were with mayor cell density in the three cruises were *Hemiaulus sinensis*, *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros curvisetus*, *Ch. coarctatus*, *Dityllum brightwellii* which showed variability in their distribution, shaping high nucleus cells.

Key Words: Productivity, impact, upwelling, scales of productivity.

⁽¹⁾ Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

⁽²⁾ Síntesis del Trabajo presentado de la Tesis Doctoral durante el año 2006.

Introducción

El evento conocido como La Niña, se inicia con el enfriamiento de las aguas en el Pacífico Ecuatorial del este, está influenciada por la intensificación de los vientos alisios provenientes de la Antártida, generando la corriente marina fría de Humboldt sobre el sector oceánico de Chile y Perú, evento asociado a cambios globales, originando efectos positivos y negativos en la productividad biológica Camacho, (1998).

El fenómeno "La Niña", la fase opuesta de la Oscilación del Sur es poco conocida, sin embargo existe información oceanográfica que determina su ocurrencia en el pasado. La última vez en que se registró un evento La Niña en nuestro país fue en el período 95-96, luego de un largo período cálido De la Cuadra, (1999).

Como en El Niño, los efectos de La Niña son más fuertes durante los meses de diciembre a marzo. Durante los años de La Niña, los vientos del este que soplan desde América son más fuertes de lo normal.

Estos vientos arrastran cierta cantidad de agua caliente de la superficie hacia el oeste, lo que hace que volúmenes de agua fría mayores de lo normal asciendan desde las profundidades hasta la superficie, produciendo una lengua fría que se extiende casi 5.000 Km a lo largo del Ecuador Seoáñez, (2002).

Cuando acontece un invierno con El Niño, es normal que siga otro con La Niña, por lo que los patrones meteorológicos son los opuestos a los causados por El Niño. Donde había inundaciones hay sequía, cuando las temperaturas invernales eran suaves se convierten en extremadamente frías, etc.

La Niña es más difícil de predecir que El Niño. Actualmente, estos fenómenos se comprenden bastante mejor que antes, ya que eran asociados a hechizos, maldiciones o castigos divinos Seoáñez, (op. cit).

La presente investigación tiene como objetivo conocer la variabilidad espacio temporal del Fitoplancton y su interrelación con el evento La Niña 1999-2000 durante la época húmeda y seca considerando los parámetros ambientales: contajes celulares, abundancia relativa, en las estaciones fijas La Libertad y Manta.

Conocer la composición y abundancia de las especies del fitoplancton durante el período en estudio permitirá relacionar el primer nivel trófico en el ecosistema marino-costero, en condiciones de

invierno-verano y asociar posibles especies indicadoras del evento La Niña durante 1999 - 2000.

Impactos de La Niña en el Ecuador

En las costas de Ecuador el evento La Niña está relacionado con el desplazamiento de bagres marinos del Golfo de Guayaquil hacia el interior del río Guayas Jiménez, Barniol, Machuca y Quinde, (1996).

Durante este último evento en Ecuador se registró un alto incremento en la disponibilidad de sardina y macarela e inusuales capturas de anchoveta en el Golfo de Guayaquil.

Sin embargo uno de los principales problemas relacionados directamente a La Niña es la aparición de sequías las cuales se originan por el enfriamiento de las aguas superficiales del océano Pacífico y el aumento de las altas presiones subtropicales que provocan una disminución en la evaporación.

Los sistemas frontales pasan con menos frecuencia sobre la zona central y con menos intensidad, provocando un déficit de precipitaciones, es decir, sequías Arriaga, (2002).

Si bien las sequías de La Niña producen un daño menos grave que las inundaciones del Niño, sus daños sociales y económicos son cuantiosos ya que agravan el déficit alimentario, la pobreza rural y la migración de los campesinos hacia las ciudades.

En el año 1996 en la provincia de Loja, en Ecuador, se registraron cifras cuantiosas de campesinos que migraron hacia las ciudades a causa de la prolongada sequía que azotó estas zonas; estas cifras ascendieron aproximadamente a unos 100.000 campesinos. Este hecho está también relacionado con lo ocurrido en el año 1968, donde varias poblaciones de la provincia de Loja abandonaron sus hogares.

Estos episodios se repitieron en el último evento 2000-2001, varias poblaciones de la costa, oriente y comunidades indígenas fueron afectadas debido a la falta de lluvia que provocó sequías en los diferentes ríos Diario El Universo, (diciembre 2, 2000).

Eventos fríos asociados a La Niña pueden modificar el ambiente y originar desplazamientos y migraciones de especies de peces pelágicos, hacia las costas de Ecuador, así como la fauna marina hacia el interior del río Guayas.

Eventos fríos asociados a La Niña pueden modificar el ambiente y originar desplazamientos y migraciones

de especies de peces pelágicos, hacia las costas de Ecuador, así como la fauna marina hacia el interior del río Guayas.

Área de Estudio: Condiciones Oceanográficas

Los monitoreos se efectuaron en dos estaciones fijas costeras con un total de 24 estaciones en La Libertad y 12 estaciones costeras en Manta con una periodicidad mensual en La Libertad y cada 40 días en Manta, en las lanchas Popeye y Pájaro azul de la Armada del Ecuador.

La posición geográfica de las dos estaciones fijas corresponden:

La Libertad 02° 04' 00" sur - 81° 05' 21" W y Manta 00° 52' 00" sur - 80° 49' 00" W, situadas a 10 millas y 8 millas de la costa respectivamente (Fig. 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones fijas La Libertad y Manta durante los años 1999-2000

Las estaciones están influenciadas por diferentes corrientes marinas del océano Pacífico sureste, las masas de aguas cálido-tropicales superficiales provenientes del norte con temperaturas mayores de 25°C, comienzan a fines de diciembre hasta abril asociados a un período de lluvias (invierno).

Zambrano (1998), describe la estructura térmica mensual - anual desde 1990-1997 en La Libertad, determina que la termoclina de 20°C representa su relación con la estructura térmica del Pacífico Sureste, con un comportamiento similar durante eventos ENOS de 1991, 1992 y 1997, así como durante las fases frías de 1996. Además, manifiesta que durante un episodio ENOS la costa del Ecuador es frecuentada por ondas ecuatoriales internas Kelvin.

Materiales y Métodos

La información colectada por INOCAR en los muestreos mensuales en las estaciones fijas (Fig. 1), a bordo de embarcaciones de la Armada Nacional dotadas generalmente de ecosondas para determinar la profundidad. Se monitoreó un total de 24 estaciones en La Libertad y 12 estaciones costeras en Manta.

En cada salida se colectaron muestras de agua con botellas Van Dorn (de 5 Litros), para análisis de contajes celulares en 6 niveles de profundidad 0,10,20,30,40 y 50 m. A continuación se presenta la escala para determinar los rangos de productividad de la biomasa celular y abundancia relativa.

Contajes Celulares: Biomasa Celular

Uthermohl, (1958) Zur Ver Vollkommenung der Quantitativen Phytoplankton Methodic Mitt. Intern. Ver. Limnol. 9:11-38.

Avaria, (1965). Diatomeas y Silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 12: 61-120.

Mayor 3000	Muy abundante
1000 - 3000	Abundante
500-999	Moderado
1-499	Escaso

Abundancia Relativa: Muestras de Red

Para estimar la abundancia relativa de las diferentes especies se utilizó la metodología propuesta por Avaria (1965), resultando la siguiente escala de clasificación, de acuerdo a los datos obtenidos en las estaciones La libertad y Manta.

Muy abundante:	> 3000.
Abundante:	1000-3000
Moderado:	500-999
Escaso:	1-499
Ausente:	0

La taxonomía del fitoplancton se efectuó siguiendo los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Cupp (1943), Taylor (1976), Balech (1988), Moreno (1996).

Resultados

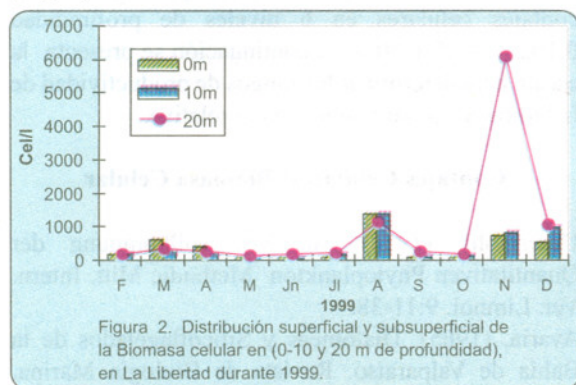
Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

La Libertad 1999: En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con rangos entre 746-1.372 cel/l durante los meses de agosto y noviembre y las menores concentraciones se registraron en mayo y

octubre con 65 cel/l respectivamente. A los 10 m se registraron rangos entre 960-1390 cel/l durante los meses de agosto y diciembre respectivamente.

A los 20 m, se observó el máximo repunte celular con 5.980 cel/l. En los mismos meses de agosto y diciembre siendo el valor más alto en el período de estudio.

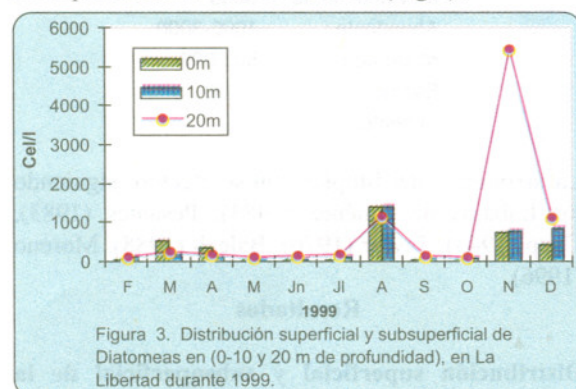
Las menores concentraciones se registraron en mayo en los tres niveles de profundidad con 32-35-65 cel/l (Fig. 2).



Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

Las mayores concentraciones de diatomeas en superficie se observaron en agosto y noviembre con rangos entre 730 - 1.390 cel/l. A los 10 m se registraron rangos entre 822 - 1.382 cel/l durante agosto y diciembre respectivamente.

A los 20 m se encontraron rangos entre 1.060 - 1.070 cel/l durante agosto y diciembre. Las menores concentraciones se observaron en mayo a los 10 y 20 m de profundidad con 18-19 cel/l (Fig.3).

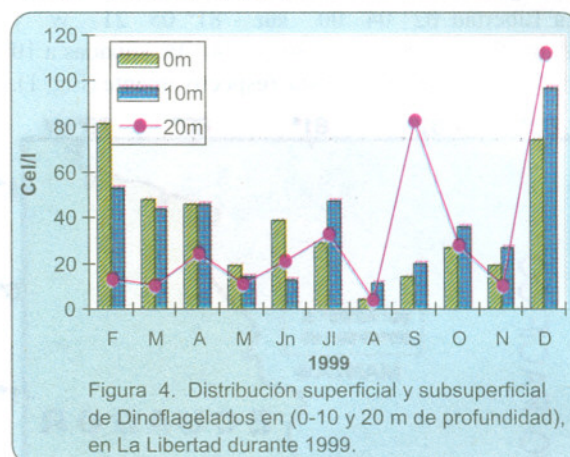


Las especies dominantes fueron: *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Leptocylindrus danicus*, *Thalassiosira subtilis*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Hemiaulus sinensis*.

Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

Las mayores concentraciones de dinoflagelados en superficie se registraron en febrero y diciembre con rangos que fluctuaron entre 74-80 cel/l. A los 10 m se encontraron rangos entre 50-100 cel/l durante febrero y diciembre.

Se destaca que a los 20 m se encontró 110 cel/l durante el mes de diciembre. Las menores concentraciones celulares se observaron durante el mes de agosto en los niveles mencionados con rangos entre 3- 4- 11 cel/l (Fig. 4).



Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp.*, *Oxytoxum sp.*, *Prorocentrum micans*, *Cochlodinium sp.*, *Amphidinium acutum*.

Análisis en muestras de red en La Libertad durante 1999.

Se realizó agrupamientos de las especies del fitoplancton con mayor porcentaje de diatomeas, dinoflagelados, cocolitofóridos, cianofíceas, ciliados y dentro del microzooplancton los tintinnidos.

Superficialmente se identificó 113 especies, correspondiendo a diatomeas (67), dinoflagelados (39), cianofíceas (3) y dentro del grupo del microzooplancton los tintinnidos (4).

Las especies dominantes de diatomeas en orden de abundancia relativa fueron: *Chaetoceros affinis* (45%), *Rhizosolenia stolterfothii* (14.3%), *Leptocylindrus danicus* (11.9%), *Thalassiosira subtilis* (5.78%), *Chaetoceros compressus* (2.12%).

Entre los dinoflagelados se registró *Goniadoma polyedricum* (0.21%), *Ceratium fusus* (0.12%),

Ceratocorys horrida (0.12%) y dentro del grupo del microzooplankton los tintinnidos *Eutintinnus similis* (0.08%), *Codonellopsis orthoceras* (0.03%), *Favella azorica* (0.03%), Fig.5.

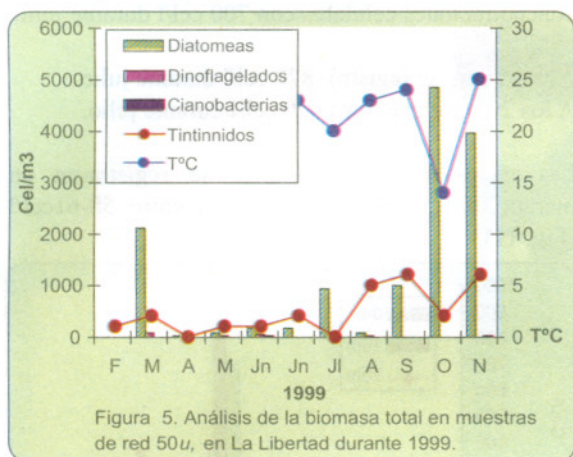


Figura 5. Análisis de la biomasa total en muestras de red 50µ, en La Libertad durante 1999.

Contajes celulares en muestras de agua

Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

La Libertad 2000: En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con rangos entre 730- 840 cel/l durante los meses de febrero y junio respectivamente. A los 10 m se registraron rangos que fluctuaron entre 550-1.380 cel/l durante junio y noviembre respectivamente. A los 20 m, se encontraron rangos entre 440-630 cel/l durante junio y diciembre. Las menores concentraciones se registraron a los 20 m durante abril con 54 cel/l. (Fig. 6).

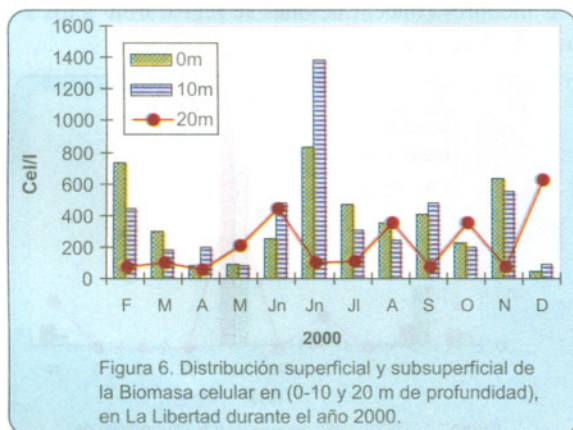


Figura 6. Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante el año 2000.

Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

Las mayores concentraciones de diatomeas en superficie se observaron en febrero, junio y octubre con rangos que oscilan entre 600-630 -724 cel/l. A

los 10 m se registraron rangos entre 550-1.300 cel/l durante junio y noviembre.

A los 20 m se encontraron rangos entre 390-590 cel/l durante junio y octubre. Las menores concentraciones se observaron a los 20 m con 20 cel/l (Fig.7).

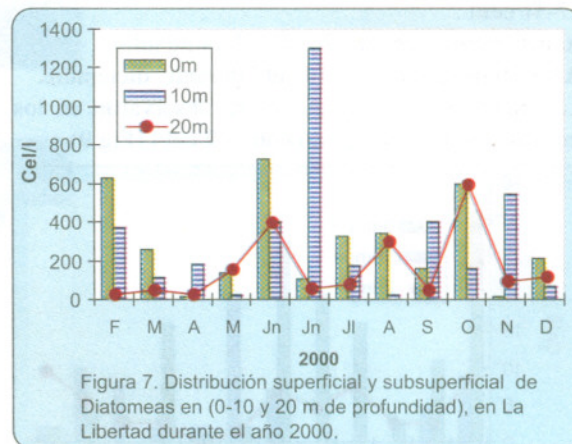


Figura 7. Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Thalassiosira subtilis*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*.

Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

Las mayores concentraciones de dinoflagelados en superficie se observó en junio con 340 cel/l. A los 10 m se registraron rangos que fluctuaron entre 126-130 cel/l durante julio y agosto.

A los 20 m se encontraron rangos entre 54 - 82 cel/l durante mayo y diciembre. Las menores concentraciones se observaron a los 10 - 20 m con 6-13 cel/l (Fig.8).

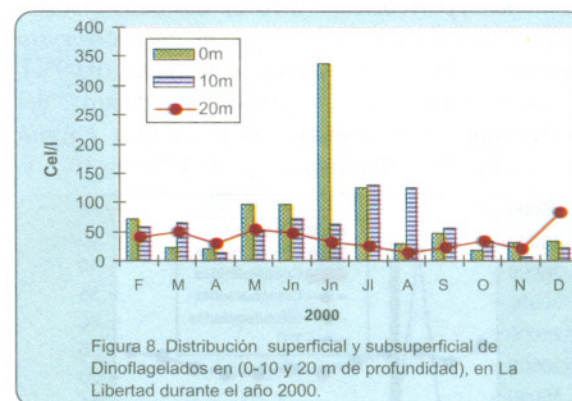


Figura 8. Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp.*, *Oxytoxum sp.*, *Prorocentrum micans*, *P. dentatum*, *Ceratium furca*.

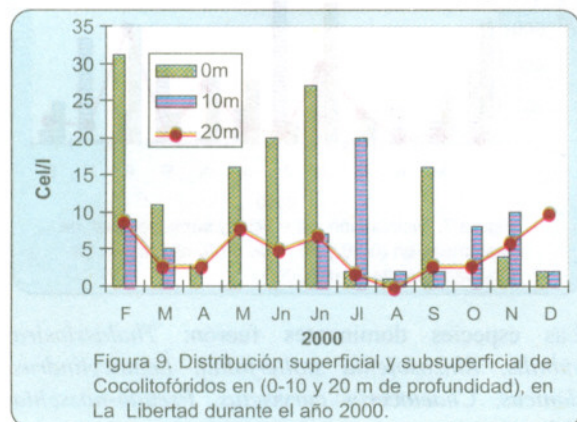
Distribución superficial y subsuperficial de Cocolitofóridos.

Las mayores concentraciones de cocolitofóridos en superficie se observaron en febrero y junio con 27-31 cel/l.

A los 10 m se registró 20 cel/l durante julio.

A los 20 m se encontró 10 cel/l durante diciembre.

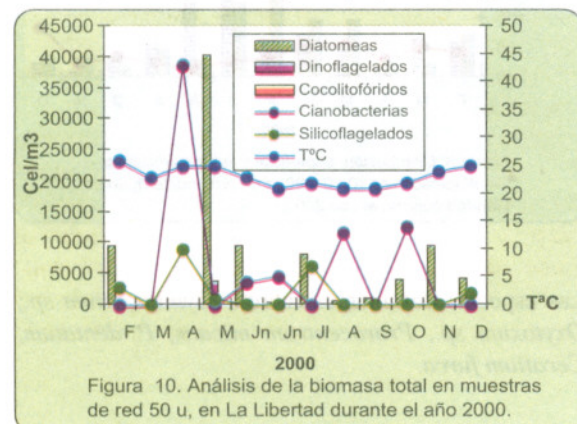
Las menores concentraciones se observaron en los tres niveles durante agosto con 1-2 cel/l (Fig.9).



Las especies dominantes fueron: *Coccolithus* sp., *Helicosphaera carteri*, *Emiliana huxleyi*.

Análisis en muestras de red en La Libertad durante el año 2000.

Se identificaron 162 especies, correspondiendo a diatomeas (98), dinoflagelados (52), cocolitofóridos (2), cianofíceas (2), silicoflagelados (3), y tintinnidos (5). La composición de las especies fueron: *Rhizosolenia hebetata* (32.4%), *Thalassiosira subtilis* (12.1%), *Chaetoceros affinis* (9.78%), *Chaetoceros curvisetus* (5.66%), *Chaetoceros debilis* (4.05%), *Goniodoma polyedricum* (3.70%). Las otras especies tuvieron porcentajes menores que el 2% *Dictyocysta elegans* (1.45%), *Dinophysis acuminata* (0.09%), *Protoperdinium* sp. (0.08%) y dentro del microzooplancton tenemos los tintinnidos *Favella azorica* (0.05%), *Tintinnopsis* sp. (0.03%) Fig.10.



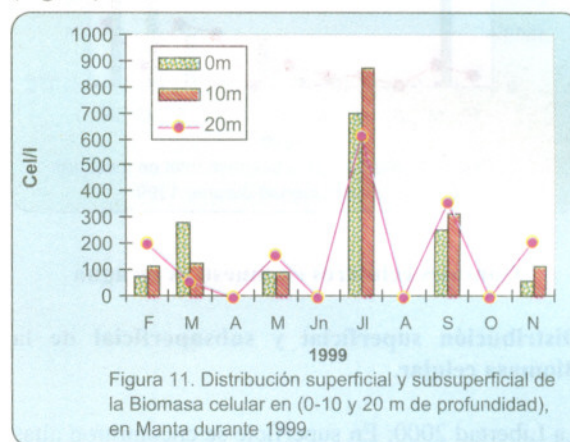
Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

Manta 1999: En superficie (0m), se encontraron altas concentraciones celulares con 700 cel/l durante julio.

A los 10 m se registró 870 cel/l durante julio.

A los 20 m se encontró 620 cel/l durante julio.

Las menores concentraciones se registraron en marzo (20m) y mayo con rangos entre 58-61 cel/l (Fig. 11).

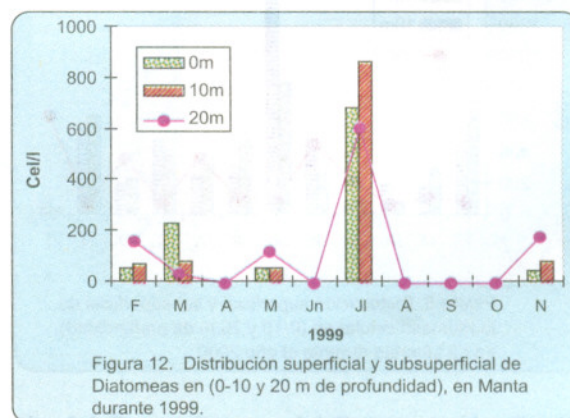


Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

En superficie se encontró altas concentraciones celulares con 700 cel/l durante julio. A los 10 m se registró 860 cel/l durante julio.

A los 20 m se encontró 606 cel/l durante julio.

Las menores concentraciones se registraron a los 20 m con 35 cel/l (Fig. 12).

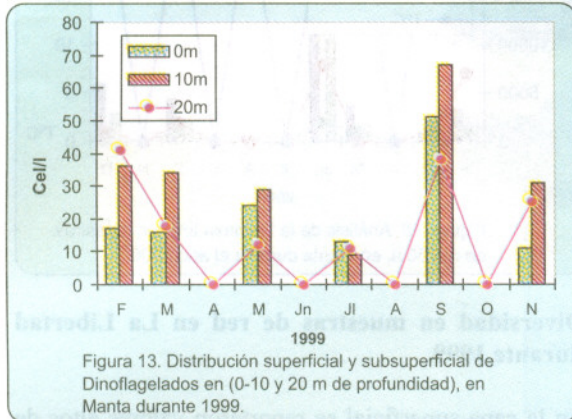


Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

En superficie se encontró bajas concentraciones celulares con 24 cel/l durante mayo. A los 10 m se

registró 67cel/l durante septiembre.

A los 20 m se encontró 40cel/l durante febrero. Las menores concentraciones se registraron a los 10-20 m con 6-11 cel/l (Fig. 13).

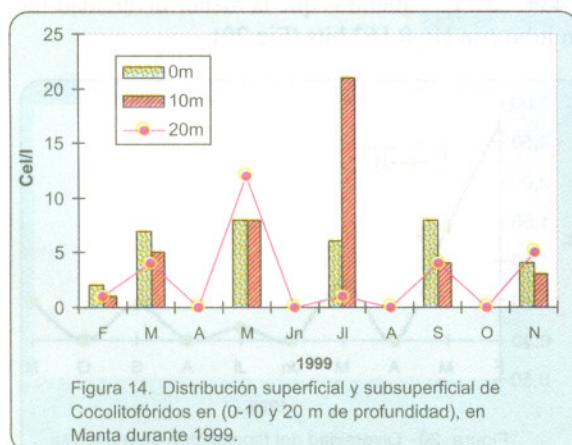


Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium* sp., *Oxytoxum* sp., *Prorocentrum micans*, *P. aporum*, *Cochlodinium* sp.

Análisis en muestras de red en Manta durante 1999.

Se identificaron 109 especies correspondiendo a diatomeas (62), dinoflagelados (39), cianobacterias (2) y tintinnidos (6). La composición de las especies fueron: *Hemiaulus sinensis* (44.9%), *Rhizosolenia imbricata* (18.2%), *Leptocylindrus danicus* (4.39%), *Chaetoceros affinis* (40%), *Chaetoceros coarctatus* (2.33%).

Las otras especies registraron porcentajes menores que el 2% como: *Ceratium fusus* (0.44%), *Goniodoma polyedricum* (0.29%), *C. trichoceros* (0.24%) y dentro del microzooplancton los tintinnidos *Tintinnopsis* sp. (0.78%), *Codonellopsis orthoceras* (0.03%), Fig.14.

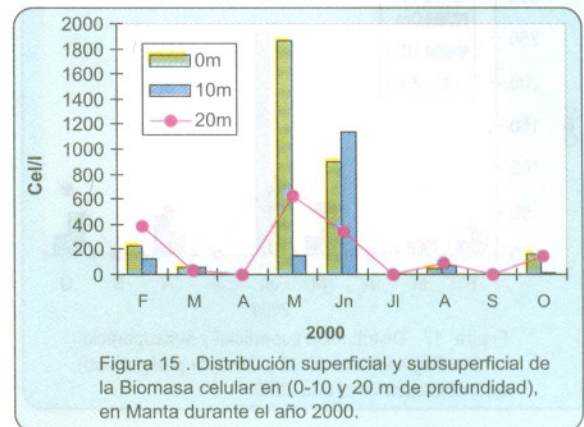


Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

Manta 2000: En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con 896- 1860cel/l durante mayo y junio. A los 10 m se registró 1.137 cel/l durante agosto.

A los 20 m se encontraron dos repuntes celulares con 337-629 cel/l durante mayo y junio.

Las menores concentraciones se registraron a los 10-20 m con 14-36 cel/l (Fig. 15).

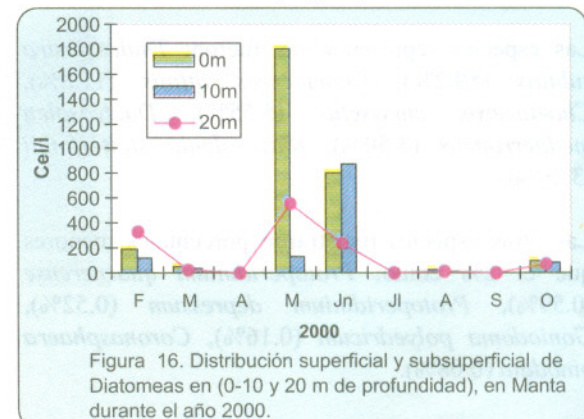


Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con 1.793 cel/l durante mayo. A los 10 m se registró 870 cel/l durante junio.

A los 20m se encontró 557 cel/l durante mayo.

Las menores concentraciones se registraron a los 10-20 m con 9-12 cel/l (Fig. 16).



Las especies dominantes fueron: *Thalassiosira subtilis*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Chaetoceros affinis*, *Hemiaulus sinensis*.

Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

En superficie se encontraron bajas concentraciones celulares con 88 cel/l durante junio. A los 10 m las concentraciones incrementaron con 258 cel/l durante junio.

A los 20 m se encontraron 97 cel/l durante junio. Las menores concentraciones se registraron en los tres niveles con 13-14-18 cel/l durante junio (Fig. 17).

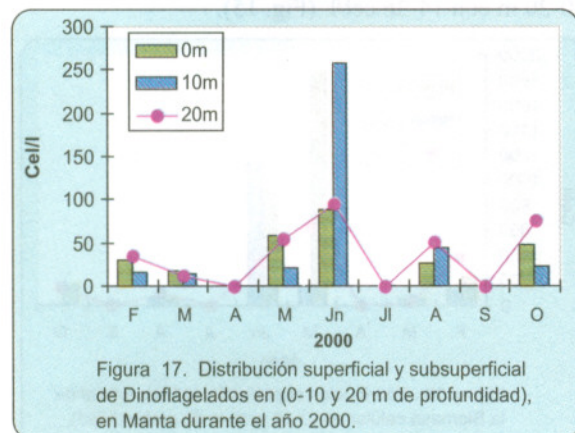


Figura 17. Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp.*, *Oxytoxum sp.*, *Prorocentrum micans*, *P. aporum*, *Cochlodinium sp.*

Análisis en muestras de red en Manta durante el año 2000.

Se identificaron 119 especies correspondiendo a diatomeas (66), dinoflagelados (43), cianobacterias (2), silicoflagelados (2) y dentro del microzooplancton los tintinnidos (6).

Las especies representativas fueron: *Thalassiosira subtilis* (59.2%), *Chaetoceros affinis* (11.8%), *Chaetoceros curvisetus* (5.55%), *Dactyosolen mediterraneus* (3.50%), *Rhizosolenia stolterfothii* (3.26%).

Las otras especies registraron porcentajes menores que el 2% como: *Protoperidinium quarnerense* (0.59%), *Protoperidinium depressum* (0.52%), *Goniodoma polyedricum* (0.16%), *Coronosphaera binodata* (0.08%).

También se registraron cianofíceas: *Filamentos* (0.37%), *Oscillatoria sp* (0.02%) y dentro del microzooplancton los tintinnidos *Eutintinnus similis* (0.04%), *Favella azorica* (0.04%). Fig.18.

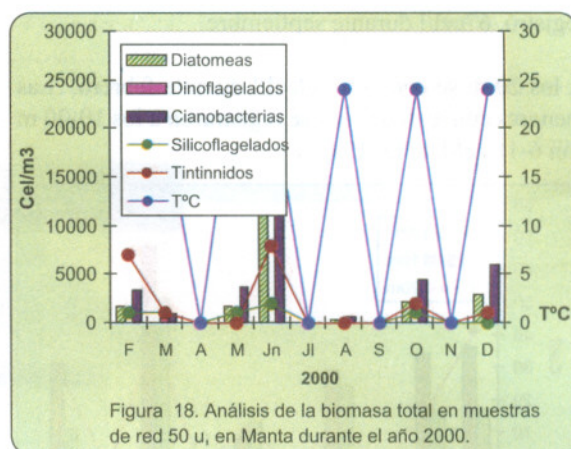


Figura 18. Análisis de la biomasa total en muestras de red 50 u, en Manta durante el año 2000.

Diversidad en muestras de red en La Libertad durante 1999.

En la capa superficial se reportaron valores altos de diversidad, en febrero y agosto con valores de H: 2.014 asociado a un valor de uniformidad de 2.667; mientras que la menor diversidad fue en julio con H: 0.068 bits (Fig.19).

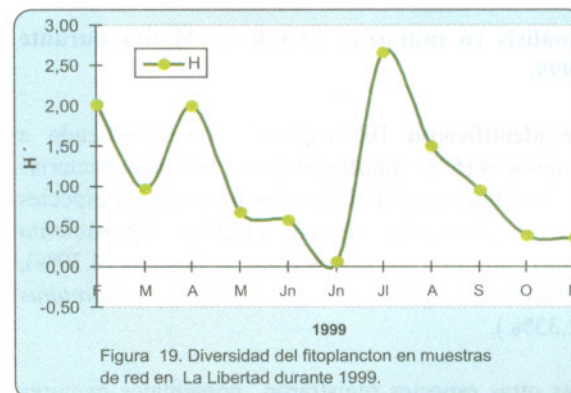


Figura 19. Diversidad del fitoplancton en muestras de red en La Libertad durante 1999.

Diversidad en muestras de red en Manta durante 1999.

La mayor diversidad de especies fue registrada en los meses de febrero y marzo con valores de H: 1.434 – 2.712; mientras que la menor diversidad fue en julio con H: 0.162 bits (Fig.20).

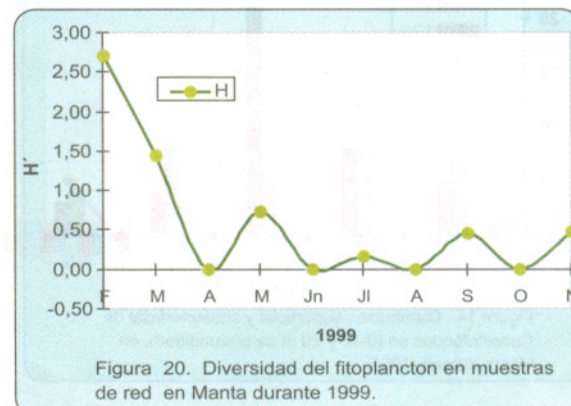


Figura 20. Diversidad del fitoplancton en muestras de red en Manta durante 1999.

Discusiones

Existen pocos trabajos de fitoplancton realizados en las estaciones fijas La Libertad y Manta, sin embargo se realizó una comparación de la composición y abundancia relativa de estudios desarrollados en ésta área del mar ecuatoriano.

A. Abundancia de las especies de Fitoplancton de contajes celulares en muestras de agua.

En cuanto a la biomasa celular en La Libertad durante los meses de agosto y diciembre de 1999, se registraron valores altos representados por 1370 cel/l y 500 cel/l en la capa superficial, respectivamente. Estos valores de biomasa celular coinciden con las altas concentraciones de clorofila *a* registrados en 1999.

En la capa subsuperficial de los 10 m se registró una alta biomasa celular representados por 1390 cel/l y 960 ce/l en los meses de agosto y diciembre de 1999.

En Manta, la biomasa celular registró el máximo valor en julio de 1999 representado por 700 cel/l, el cual coincide con una alta biomasa celular superior a 870 cel/l en el estrato correspondiente a los 10 m de profundidad.

Jiménez y Pesantes(1977), mencionan que la distribución vertical del fitoplancton para las aguas costeras de Ecuador ha presentado igualmente mayores concentraciones entre 10-20 m, con concentraciones menores en la superficie y bajo los 30 m de profundidad, esta información obtenida coincide con las mayores concentraciones celulares registradas a los 10 m de profundidad y en especial durante la época seca.

Jiménez y Pesantes(1978), encontraron las diatomeas abundantes entre los 10- 20 metros en la sección del Golfo de Guayaquil, predominaron los géneros de *Chaetoceros* y *Rhizosolenia*, especies características de la Corriente de Humboldt.

También encontraron al norte de Salinas los máximos de diatomeas con rangos entre 15.000 a 30.000 cel/l en octubre de 1973, destacando los géneros de fitoplancton predominantes en esta área: *Rhizosolenia*, *Nitzschia*, *Coscinodiscus*, *Thalassiosira* y los *Chaetoceros* hacia el área oceánica, en menor proporción se encontraron *Bacteriastrum*, *Planktoniella*, *Eucampia*, *Skeletonema*.

A la altura de Manta los máximos de diatomeas fluctuaron entre 15.000 y 30.000 cel/l con predominancia de los géneros: *Thalassiosira*, *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* *Coscinodiscus*, *Eucampia* *zoodiacus*.

Jiménez (1976), menciona que existen fuertes evidencias oceanográficas que indican que las corrientes superficiales del mar ecuatoriano estén influenciadas por la Subcorriente Ecuatorial que en algunas épocas puede aflorar igualmente al este de las islas Galápagos, produciendo los afloramientos ecuatoriales, que caracterizan una alta fertilidad biológica a esta latitud comparando con la información obtenida durante el período 1999-2000 se determinó que la productividad biológica, en especial las concentraciones de Clorofila *a* aumentó considerablemente en La Libertad durante el año 2000, existiendo la presencia de afloramientos y coincidió con las altas concentraciones celulares de fitoplancton.

En La Libertad, del año 2000 durante junio y agosto se observaron los afloramientos en la capa superficial y subsuperficial (0, 10 y 20 m de profundidad), cuando se registraron las temperaturas entre 19.41-20.28°C.

Las menores biomásas celulares a los 0 - 50 m de profundidad, fueron encontradas en La Libertad, durante julio de 2000 y en Manta durante agosto de 2000.

(Tapia 2006), encontró en el área de Monteverde zonas de alta producción primaria con rangos que oscilaron entre 0.60 a 1.40 mg /m³ durante la fase de refluo.

B. Abundancia de las especies de Fitoplancton en muestras de red y su relación con los parámetros físicos, químicos.

De manera general se observó una elevada diversidad de especies de fitoplancton, destacándose en La Libertad durante 1999 un total de 113 especies y en el año 2000 se registró un total de 162 especies.

En La Libertad se determinó que las especies de fitoplancton más frecuentes y abundantes durante 1999 fueron: *Chaetoceros affinis*, *Rhizosolenia stouterfothii*, *Leptocylindrus danicus*, *Thalassiosira subtilis*, *Thalassiotrix frauenfeldii*.

En agosto y diciembre de 1999, se determinó una alta productividad representados por especies del grupo de diatomeas destacándose en orden de abundancia

las especies *Chaetoceros affinis*, *Ch. compressus*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Ch. dichaeta*, registrados en agosto y *Rhizosolenia stolterfothii*, *Leptocylindricus danicus* y *Ch. affinis* observados en diciembre de 1999.

En La Libertad durante el año 2000, en especial en los meses de junio y agosto caracterizado por una alta concentración de clorofila *a*, se determinó en junio la abundancia de las especies *Chaetoceros affinis*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Thalassiosira subtilis* y en agosto se registró la dominancia de *Bacteriastrum hyalinum* y *Chaetoceros curvisetus*, las especies antes mencionadas estuvieron presentes en aguas frías, con temperaturas entre 19.4° - 20.2°C, lo que podría catalogarse como especies típicas de aguas frías provenientes de la Corriente de Humboldt.

En Manta se reporta una menor diversidad de especies resaltándose en 1999 un total de 109 especies y en el 2000 se determinó un ligero incremento en la riqueza de especies registrándose un total de 119 especies.

En Manta, la mayor abundancia relativa de las especies de fitoplancton se encontró en julio del año 1999 destacándose en orden de abundancia *Hemiaulus sinensis*, *Rhizosolenia imbricata*, *Leptocylindrus danicus*, *Thalassiosira subtilis*.

En Manta del año 2000 las especies de fitoplancton se registraron en junio destacándose en magnitud de abundancia: *Thalassiosira subtilis*, *Rhizosolenia imbricata*.

Las variaciones del fitoplancton es utilizada como indicador de afloramiento, Jiménez (1976), señala que entre las diatomeas las especies *Nitzschia delicatissima*, es una especie predominante en la época de afloramiento. Así también considera a las pequeñas especies de *Thalassiosira* tipifican un afloramiento al encontrarse en forma masiva cuando la surgencia está presente, durante la presente investigación se puede indicar que las especies *Thalassiosira subtilis*, *Chaetoceros affinis*, *Rhizosolenia stolterfothii* y *Leptocylindrus danicus* se podrían considerar especies indicadoras de áreas de afloramientos debido a su abundante presencia especialmente en La Libertad durante el período frío La Niña 1999- 2000.

Conclusiones

1.- En la comunidad del fitoplancton presentó una variabilidad en la composición de especies, principalmente en La Libertad durante el año 2000 y

disminuye en Manta 1999, la mayor densidad poblacional fue para el grupo de diatomeas.

2.- Las diatomeas centricas, fue el grupo predominante dentro de las 36 estaciones, seguido por las diatomeas pennadas, dinoflagelados y dentro del microzooplancton los tintinnidos.

3.- En La Libertad del año 2000 las especies de afloramientos fueron: *Rhizosolenia hebetata*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros debilis*.

4.- En Manta de 1999 las especies de afloramientos fueron: *Hemiaulus sinensis*, *Rhizosolenia imbricata*, *Thalassiosira subtilis*, *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros affinis*.

5.- También se ha podido concluir que los procesos del afloramiento costero en las dos estaciones fijas investigadas han sido más intensos en La Libertad que en Manta.

6.- El índice de diversidad en La Libertad durante 1999 fue más alto que en el año 2000 con valores entre H:2.014-2.667 bits durante los meses de febrero y agosto; mientras que en Manta durante 1999 fue mayor que en el año 2000 con valores entre 1.434- 2.712 bits en los meses de febrero y marzo.

7.- El estudio de la variabilidad temporal del fitoplancton es una de las pocas investigaciones realizadas durante el evento La Niña 1999-2000 en Ecuador, específicamente en las estaciones fijas de La Libertad y Manta.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento al Sr. Director y Jefes del Departamento de Ciencias del Mar del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, por las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación.

A los Jefes de las divisiones de Biología, Física, Química del Dpto. Ciencias del Mar, por facilitar los datos de las variables ambientales.

Al Dr. Roberto Jiménez en calidad de Director de la tesis, por la lectura, correcciones quien me proporcionó valiosas sugerencias e ideas vertidas al manuscrito durante el proceso de revisión y culminación de la misma.

A la Dra. Elena Gualancañay, por la lectura y las valiosas sugerencias realizadas en el anteproyecto de tesis e incursionar en los estudios del fitoplancton.

Así también deseo expresar mi gratitud al Biól. Eduardo Zambrano, por la ayuda brindada y su colaboración en las sugerencias realizadas en el ámbito de la Oceanografía Física.

Al Dr. Christian Naranjo, por la asesoría en la elaboración de las figuras que se detallan en el programa Surfer y en especial por las sugerencias efectuadas durante el proceso de la tesis.

Al Sr. Víctor Mesías por la diagramación y elaboración de la figura del área de estudio y a la Lcda. Alicia Alvarez por facilitarme la bibliografía especializada y a cada una de las personas que me brindaron su apoyo incondicional durante el anteproyecto y desarrollo de la tesis.

Bibliografía

Avaria S., 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina*, Valparaíso 12:61-120.

Balech E., 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Instituto Español de Oceanografía*, 1: 1-300.

Camacho G., 1998. Seguimiento a la evolución de los Eventos La Niña- El Niño durante el Período oct/96-oct/98 mediante la variación térmica de las masas de agua en la cuenca del Pacífico Colombiano (CPC). *Boletín Científico. Centro de Control de Contaminación del Pacífico, CCCP*, 7:50-57.

Cupp E., 1943. Marine plankton diatoms of west coast. *Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California* Eds. H. Sverdrup, R. Fliming, L. Miller and C. Zobell., 5 (1):1-238.

De La Cuadra T., 1999. Características meteorológicas y oceanográficas frente al Ecuador durante marzo de 1999. *Boletín Científico y Técnico XVII (8)*. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil: 19-30.

Diario El Universo. 2000. Diciembre 22.

Jiménez R., 1975. Composición y variación del Fitoplancton marino del Golfo de Guayaquil y áreas adyacentes. Tesis doctoral. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Jiménez R., 1976. El fitoplancton como posible indicador del afloramiento originado por la subcorriente ecuatorial (Corriente de Cromwell), al oeste de las Islas Galápagos-Ecuador. *Memorias del seminario sobre indicadores biológicos del plancton*, INOCAR:25-68

Jiménez R., 1977 a. Biomasa y composición del fitoplancton al oeste de las Islas Galápagos- Ecuador. *Boletín informativo ERFEN*, 1(2):14-17.

Jiménez R., y Pesantes F., 1977. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR*. Vol. 2(1):30 .

Jiménez R., 1983. Diatomeas y dinoflagelados del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR*. Vol. 2(2): 193-282.

Jiménez R., 1983. Cocolitóforidos identificados en el fitoplancton de aguas ecuatorianas. *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR*. Vol.2(2): 401-441.

Jiménez R., de Barniol, L., Machuca, M., Quinde, W. 1996. Informe Preliminar Sobre La Mortalidad de Bagres Marinos en el Río Guayas, Ecuador. *Acuicultura del Ecuador* : 23- 33.

Moreno, J., S. Licea y H. Santoyo. 1996. Diatoms del Golfo de California. *Universidad Autónoma de Baja California*: 1-280.

Pesantes F., 1983. Los dinoflagelados como indicadores de "El Niño" en el mar ecuatoriano. *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR*. Vol. 2 (1):85-117.

SCOR UNESCO Working group 17, 1966. Determination of photosynthetic pigments in the sea-water. *Monographs on oceanographic methodology*, 1, Unesco: 9-18.

Shannon Weaver., 1964. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press: 125.

Seoáñez M., 2002. Análisis climático en los estudios medioambientales. *Tratado de climatología aplicada a la ingeniería medio ambiental*. Colección ingeniería del medio ambiente. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid- España: 419-426.

Semina H., 1978. The size of cells. In *Manual of phytoplankton*, UNESCO. Ed. Sournia.

Tapia M., 2006. Estudio de las Comunidades del Fitoplancton en el Area de Monteverde, Península de Santa Elena. En Prensa.

Taylor F., 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean expedition. A report on material collected by the R.V. "Anton Brunn". *Institute of Oceanography and Department of Botany, Canada* :227.

UNESCO, 1966. Methodology for oceanic CO₂ measurements. Final Report of SCOR Working Group 75 Woods Hole, U.S.A. October 1988. UNESCO Technical papers in Marine Science.

Utermohl H., 1958. Zur Ver Vollkommenung der Quantitativen Phytoplankton Methodic Mitt. Intern. Ver. Limnol. 9:1-38.