

## VARIABILIDAD ANUAL DEL FITOPLANCTON MARINO EN ÁREAS COSTERAS DE LA LIBERTAD Y MANTA (ECUADOR), SU INTER-RELACIÓN CON EVENTOS EL NIÑO\*

POR:

GLADYS TORRES - ZAMBRANO (1)

### ABSTRACT

*This paper describes the phytoplankton biomass composition and distribution (Cell/l) in the surface and subsurface levels, its seasonally variability in two coastal station (ten miles offshore) in the south-eastern Pacific Ocean: Manta (1991 to 1997) with two event El Niño (91-92; 1997); and La Libertad (1994 to 1997) with a event El Niño 1997. In this time its registered a cold event during 1996 year.*

*The highest concentration of phytoplankton  $>5 \times 10^6$  cell/l, its was present with the seasonal changes during winter to summer (april to may), and summer (jun, july, august, september and october), its relationship with the termoclina position of 22-23°C. The less densities in this areas were present between the El Niño 1991-1992, to end 1995 and 1997 events. The phytoplankton was more representative neritic organisms to as *Nitzschias*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenias*, *Gymnodinium spp.* and *Oxytoxum spp.*, *Messodinium rubrum*, and microflagellates. This annual sucesion of species its no registered staid with factors environment.*

*In relationship of phytoplankton abundance during this study in Manta and La Libertad, registered different compositions: 1) Less Phytoplankton biomass before El Niño 1991-1992; 2) Highest Phytoplankton biomass before El Niño 1997.*

### RESUMEN

*Se describe la distribución de la biomasa fitoplanctónica (cel/l) a nivel superficial y subsuperficial, su variabilidad espacio-temporal en los estaciones fijas costeras (10 millas de la costa): en Manta (1991 a 1997), con dos eventos cálidos de El Niño 91-92 y 97; y en La Libertad (1994 a 1997) con un evento cálido en 1997, Períodos en que registraron un evento frío durante 1996.*

*Las máximas concentraciones del fitoplancton  $> 5 \times 10^6$  cel/l, se evidenciaron durante el cambio estacional de invierno a verano (abril-mayo) y durante el verano (junio, julio, agosto, septiembre y octubre), localizadas entre los 0-20m de profundidad, con excepciones se profundizaron entre los 30-50m. Las mayores concentraciones estuvieron relacionadas directamente con la posición de la termoclina de 22-23°C. Las menores concentraciones se evidenciaron durante los eventos anómalos de El Niño 1991, 1992, a finales de 1995-1997. El componente fitoplanctónico estuvo representado por especies neríticas, principalmente con el grupo de *Nitzschias*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenias*, *Gymnodinium spp.* y *Oxytoxum spp.*, *Messodinium rubrum* y microflagelados. La sucesión anual de especies no presenta un patrón de frecuencia bien definido.*

*En relación a la concentración del fitoplancton durante este estudio en Manta y La Libertad, registraron diferentes comportamientos anómalos: 1) Biomasa fitoplanctónica disminuida antes de Niño 1991-1992; 2) Biomasa fitoplanctónica abundante antes de Niño 1997-1998, debido a las condiciones frías de 1996.*

\* Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) Av. 25 de Julio Base Naval Sur, Casilla 3940. E-mail: inocar@inocar.mil.ec. Guayaquil-Ecuador

\*Presentado en las XXI Jornadas Nacionales de Biología, Guayaquil, noviembre - 1997

## INTRODUCCIÓN

Existe escasa información sobre la distribución espacio temporal del fitoplancton en el mar ecuatorial, los primeros estudios fueron enunciados por Cajas (1966), sobre el estudio sistemático ecológico de la Familia Soleniaceae del Golfo de Guayaquil durante 1962-63. Jiménez (1975), inicia los estudios de ciclos estacionales del fitoplancton y su interrelación con factores primarios durante noviembre/1972 a septiembre 1973 en el Golfo de Guayaquil.

El Programa ERFEN-INOCAR-ECUADOR, inició monitoreos mensuales costeros (10 millas costa afuera) en La Libertad desde diciembre 1988 y en Manta desde agosto 1991, sobre los primeros niveles tróficos fitoplancton y zooplancton, información que ha sido expuesta en las Reuniones CPPS-ERFEN. Existiendo las publicaciones de Bonilla (1990), describe la distribución de los principales grupos del zooplancton durante 1989; Torres (1996), detalla la distribución de la densidad fitoplanctónica cuantitativa durante 1989-1993, en La Libertad.

La distribución del plancton marino costero, esta regulada por las condiciones estacionales influenciadas directamente por la posición del Frente Ecuatorial (Jiménez y Bonilla, 1980; Torres 1996), zonas de convergencia intertropical, disponibilidad nutricional por las cercanías de los afloramientos costeros peruanos del sur y el Golfo de Guayaquil y el encuentro de las masas de agua cálidas provenientes del norte de la cuenca panámica (Wooster, 1959; Smayda, 1978), y aguas oceánicas del oeste mediante las ondas Kelvin (Zambrano, 1998).

En este artículo, se describen los resultados anuales de la biomasa fitoplanctónica cuantitativa (primer nivel trófico), períodos de mayor densidad fitoplanctónica anual en dos estaciones fijas de Manta (1991-1997), La Libertad (1994-1997) y su inter-relación en condiciones frías de 1996 y eventos cálidos El Niño en 91-92 y 97.

## ÁREA DE ESTUDIO

La posición geográfica marítima de La Libertad y Manta situada a 10 millas de la costa (Fig. 1), es influenciada 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); del sur ingresan masas de aguas frías de la corriente costera peruana coincidente con un fuerte período dominante de los alisios SE desde mayo hasta diciembre (verano), son los principales factores que provocan una variabilidad estacional (verano e invierno) y anual durante eventos El Niño (Moreano 1983). Estos eventos sumados a los

cambios climatológicos globales provocarían microclimas locales en las costas de Ecuador y Perú con efectos positivos y negativos en la productividad biológica (Barber y Chavéz 1983).

Bayot y Cornejo-Rodríguez (1996), mencionan que la circulación costera de La Libertad está retribuida con ondas energéticas propagadas continuamente desde áreas oceánicas, con diferentes periodicidades (40-60 días; 6.8 a 7.5 días, 14.5 días) sugiriendo la presencia de las ondas Kelvin y ondas Rossby gravedad (local), registradas durante 1985 a 1988. En la circulación costera de Manta, Cardín y Cornejo (1990), observaron vientos con periodicidades de 35-70 días, con valores mínimos en abril, con un ascenso en Noviembre y descienden para los otros meses, estas fluctuaciones podrían estar contaminadas por procesos diarios de flujos de aire provocada por fenómenos locales

Zambrano (1998), describe la estructura térmica mensual-anual desde 1990-1997 en La Libertad, determinó que la termoclina de 20°C representa su relación con la estructura térmica del Pacífico sureste, con un comportamiento similar durante eventos ENOS de 1991-92 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.

En La Libertad y Manta, la distribución de masas de aguas son descritas en Valencia y Rodríguez (1996), mencionan que las aguas ecuatoriales superficiales (AES) se presentan casi todo el año, con dominancia y profundización en la época lluviosa, mientras que las aguas costeras peruanas (ACP) se presentaron a nivel subsuperficial durante todo el año con tendencia a aflorar en febrero, abril, agosto y septiembre durante 1989-1995, las aguas tropicales superficiales (ATS) se presentaron en los meses cálidos.

## METODOLOGÍA

Se colectaron muestras mensuales y quincenales a 10 millas de la costa de La Libertad y Manta (Fig.1), con botellas Van Dorn (de 5 l.), entre las 11:00 y 14:00 horas. Submuestras de 200 ml. de 7 niveles de profundidad (0-10-20-30-40-50-75), fueron fijadas con una solución de yodo-lugol (método de Uthermohl). Para el análisis se utilizó un microscopio invertido ZEISS, con cubetas de 25cc. para sedimentación con un tiempo no menor a 24 horas. El recuento se efectuó recorriendo 1cm de la superficie de la cámara basal con 40x de aumento, posteriormente se realizaron los cálculos para obtener resultados en células/litro.

Para la sistemática del fitoplancton, las células se identificaron a nivel de género, siempre que fue posible

se identificaron a nivel de especie. Pequeños organismos flagelados no se identificaron y fueron designados como microflagelados. Algunas especies presentaron problemas en su identificación como *Oscillatoria* spp, flagelados de varias especies de *Gymnodinium* se las agrupó como *Gymnodinium* spp. Adicionalmente se anotaron los silicoflagelados, y tintinnidos. Los textos utilizados son: Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1993), autores que han investigado las especies del Golfo de Guayaquil y otros textos.

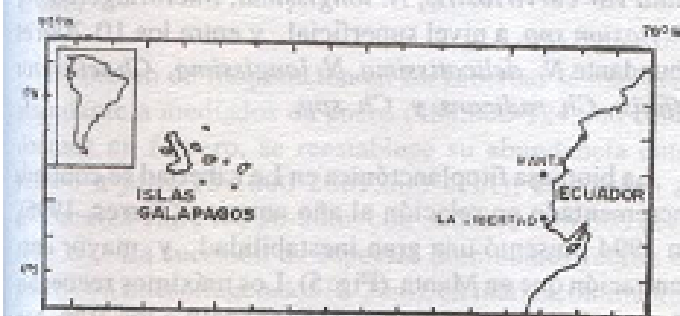


Figura 1.- Posición de las estaciones fijas de Manta y La Libertad

## RESULTADOS

### DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL ANUAL

La distribución anual de la biomasa fitoplanctónica superficial en La Libertad y Manta (Fig. 2), durante El Niño (EN) 1991-1992 evidenciaron bajas concentraciones del fitoplancton, y EN 1997 las menores concentraciones se reflejaron en La Libertad. Se registraron períodos de

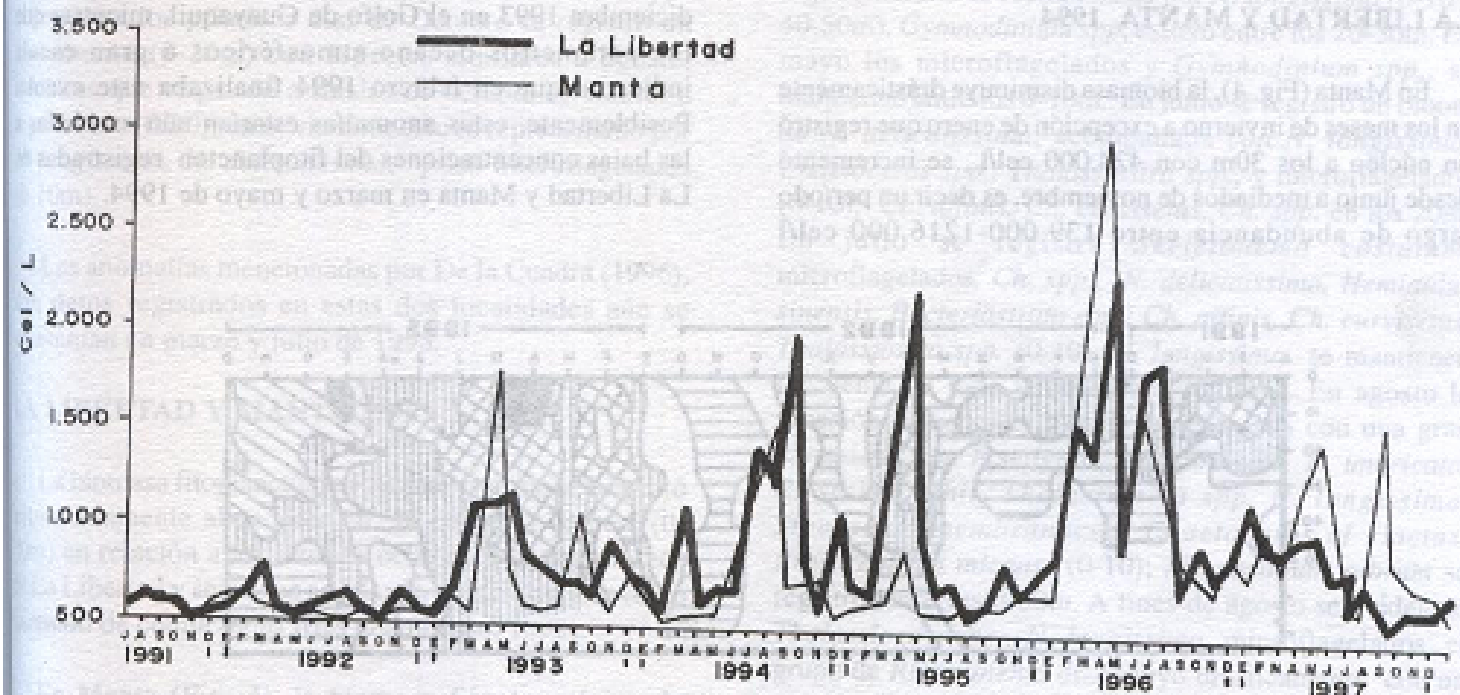


Figura 2.- Distribución superficial anual del fitoplancton (Cel/L) en La Libertad y Manta

abundancia intercalados con períodos de menor concentración, posiblemente coincidentes con las periodicidades de las ondas kelvin – Rossby (Bayot y Cornejo-Rodríguez, 1996, y Cardín y Cornejo-Rodríguez, 1990).

En Manta 1992, se registraron concentraciones entre 162.578-174.359 cel/l. en enero-febrero y noviembre. En 1993, se registró la mayor concentración de 3845.318 cel/l. en ambas localidades en abril, un segundo pico (605.394 cel/l.) en septiembre (Manta). En Manta/94, la máxima concentración se registró entre junio y agosto (431.185-121.799 cel/l.), coincidente con un ascenso de la isoterma de 22°C. En La Libertad/94, en marzo presentó un primer pico de 690.366 cel/l., un segundo núcleo de mayor concentración desde junio a mediados de octubre (1112.126-1811.917 cel/l.) en ambas localidades.

Para 1995, las mayores concentraciones se registraron en La Libertad y de menor concentración en Manta, con ligeros repuntes en marzo, abril, mayo entre 551.351-2068.744 cel/l. en La Libertad; en Manta presentó un patrón diferente, con un máximo en abril con 501.874 cel/l. En 1996 la biomasa fitoplanctónica fue extraordinariamente abundante en relación al período de estudio en ambas localidades, coincidente con un período frío en la costa ecuatoriana (Zambrano, 1998). El alto flujo energético del fitoplancton registrado desde 1996 se mantiene hasta octubre/97, a pesar del incremento de temperatura desde 22°C a 28°C. En noviembre y diciembre/97 disminuye la biomasa fitoplanctónica

## DISTRIBUCIÓN VERTICAL ANUAL - MANTA, 1991-1993

En la Fig. 3, se presenta la densidad vertical del fitoplancton desde 1991-1993. Durante 1991 la biomasa fitoplanctónica es escasa (7.00-266.000 cel/l.) en toda la columna de agua, con ligeros incrementos (10m) para septiembre y octubre con la presencia de *Oxytoxum spp.*, *Nitzschia spp.*, *Chaetoceros spp.* y *Leptocylindrus danicus*. Para 1992, el fitoplancton continúa pobre con un ligero incremento (249.238 cel/l. en junio (20m), con *Chaetoceros spp.*, *Hemiaulus sinensis*, *Nitzschia spp.*, *Rhizosolenia spp.* coincidente con un ligero afloramiento de ACP (Valencia y Rodríguez, 1996), extendiéndose hasta Tumaco-Colombia, evidenciando aguas ricas en nutrientes y diatomeas, posiblemente originados por un desplazamiento inusual de ZCIT en abril y julio/93 (Susunaga y Gómez, 1995). En febrero de 1993 se nota una recuperación de la biomasa (10, 20, 40 y 50m) entre 428.828-490.089 cel/l., formados principalmente con *Nitzschia delicatissima*, *Gymnodinium spp.*, *Skeletonema costatum* y microflagelados; otro incremento en abril-mayo coincidente con el cambio estacional de invierno a verano con la reaparición de *L. danicus*, *Nitzschia longissima*, *Chaetoceros spp.*, y otras especies neríticas como *Chaetoceros curvisetus*, *R. stoltherfothii*, *R. imbricata*; en septiembre y octubre se mantiene presente *R. stoltherfothii*, asociada a una abundancia de microflagelados, en diciembre predominaron los microflagelados y *Gymnodinium spp.*, los meses restantes presentaron condiciones anómalas en las concentraciones del fitoplancton, debido a la disminución de la biomasa especialmente en junio, julio y agosto, debido a la profundización de AES y la presencia de aguas tropicales superficiales (Valencia y Rodríguez, 1996).

### LA LIBERTAD Y MANTA 1994

En Manta (Fig. 4), la biomasa disminuye drásticamente en los meses de invierno a excepción de enero que registró un núcleo a los 30m con 424.000 cel/l., se incrementó desde junio a mediados de noviembre, es decir un período largo de abundancia entre 139.000-1216.000 cel/l

(0-30m). La sucesión de especies desde enero fueron *Rhizosolenia stoltherfothii*, *N. pungens*, *R. delicatula* y *N. longissima*; *R. stoltherfothii* aflora en junio con el predominio de *Hemiaulus sinensis*, *L. danicus* y *Chaetoceros spp.*, para agosto hay un cambio sucesional con un incremento de microflagelados y *N. longissima*, para septiembre con *N. longissima*, *Gymnodinium spp.*, *Oxytoxum spp.*, y reaparece *R. stoltherfothii*, en Noviembre asociada con microflagelados, *R. alata var curvirrostris* y *Gymnodinium spp.* y a finales de este mes predomina *R. alata var curvirrostris*, *N. longissima*, microflagelados y *Oxytoxum spp.* a nivel superficial, y entre los 10-20m es abundante *N. delicatissima*, *N. longissima*, *Chaetoceros affinis*, *Ch. radicans* y *Ch. spp.*

La biomasa fitoplanctónica en La Libertad se continúa incrementado en relación al año anterior (Torres, 1996), en 1994 presentó una gran inestabilidad y mayor concentración que en Manta (Fig. 5). Los máximos recuentos se registraron en enero con 285.000 cel/l a los 10m, con la reaparición de *R. stoltherfothii*; a mediados de marzo se sigue incrementando con 690.000-912.000 cel/l. (0-10m), ésta especie fue dominante acompañada con *N. delicatissima*, *N. pungens*, *N. longissima* y *Ch. curvisetus*. Desde junio a octubre se registra un período prolongado de abundancia entre 476.000-1812.000 cel/l. (0-20m), con diferentes grupos sucesionales como en agosto (*Thalassiosira cf rotula*), septiembre (microflagelados y *N. longissima*), octubre (microflagelados), *Messodinium rubrum*, organismo causante de mareas rojas (Jiménez, 1974) e indicadores de afloramientos en las costas de Perú se presentó durante todo el año, con incremento a mediados de agosto.

De la Cuadra et al (1996), menciona que las condiciones de El Niño 1991-1992, se mantenían en diciembre 1993 en el Golfo de Guayaquil, mientras que los parámetros océano-atmosféricos a gran escala indicaron que en febrero 1994 finalizaba este evento. Posiblemente, estas anomalías estarían aún asociadas a las bajas concentraciones del fitoplancton registradas en La Libertad y Manta en marzo y mayo de 1994.

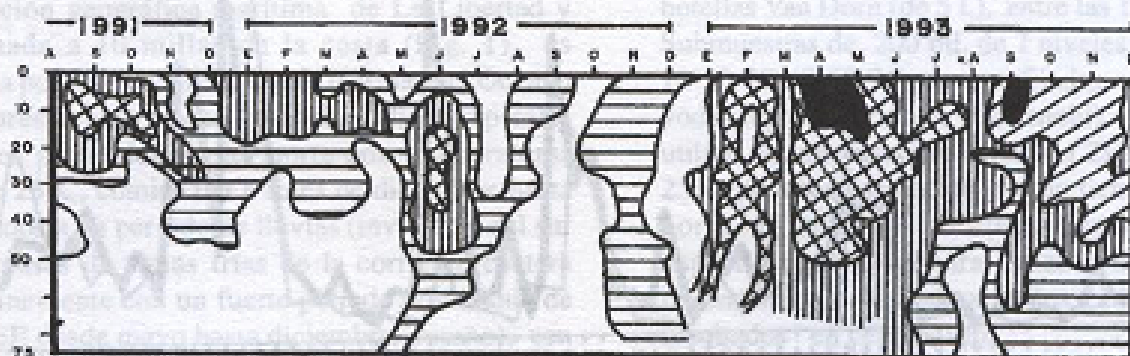


Figura 3.- Distribución vertical y variaciones mensuales del fitoplancton cuantitativos expresados en contajes celulares. "Manta" 1991, 1992, 1993. (Ver densidades celulares en Fig. 4-5).

## LA LIBERTAD Y MANTA 1995

En Manta la biomasa fue poco frecuente y de menor concentración que en La Libertad (Fig. 4), con ligeros incrementos a mediados de enero con un núcleo 474.000-240.000 cel/l. profundizado entre los 30-50m.; entre abril con 501.000 cel/l. a nivel superficial; en mayo disminuye con 179.000 cel/l (10-20m). Los microflagelados, *Gymnodinium sp.*, *Nitzschia longissima*, *N. delicatissima*, *Oxytoxum spp.* y *M. rubrum* estuvieron dominantes todo el año.

El bloom de fitoplancton en La Libertad se mantiene abundante a mediados de enero (483.000-924.000 cel/l., decrece en febrero, se reestablece su abundancia entre marzo a julio (87.000-2069.000 cel/l.); en agosto se profundiza entre los 30-50m. con 396.000-558.000 cel/l. (Fig. 5). La sucesión de especies dominantes fueron en enero con microflagelados (0-20m), en marzo continuaron con microflagelados adicionándose *N. longissima* y *L. danicus* (0m), en los primeros días de abril continúan incrementándose y profundizándose los microflagelados, a fines de abril se registró un bloom con *N. longissima*, *N. delicatissima*, *Chaetoceros spp.* y los microflagelados (0m), en mayo se profundiza con *N. longissima* y microflagelados (0-20), en junio se sigue profundizándose con *Thalassiosira spp.*, *N. longissima* y microflagelados (20-40), en junio y julio los microflagelados se distribuyen casi uniformemente entre los 0-40, *N. longissima* (0-10m), en agosto se profundiza nuevamente (40-50m) con *Chaetoceros affinis*, *Thalassiosira spp.*, *R. stolterfothii*, microflagelados y gran diversidad de especies con menor concentración con *Hemiaulus sinensis*, *Cerataulina bergonii*, *Nitzschia spp.*, *Ch. spp.*, *Lauderia borealis* entre otras. En septiembre disminuye su diversidad y se registraron los microflagelados y *Gymnodinium spp.* (10m), en los primeros días de Octubre se registró un incremento (0-20m) con especies similares a agosto, mientras que el patrón a finales de octubre es similar a septiembre (0-20), en noviembre estuvo representado por *N. longissima*, *N. delicatissima*, y los microflagelados (0-10m).

Las anomalías mencionadas por De la Cuadra (1996), con datos registrados en estas dos localidades aún se mantenían en marzo y julio de 1995.

## LA LIBERTAD Y MANTA 1996

La biomasa fitoplanctónica durante este año se presentó enormemente abundante en la columna vertical (0-30m) en relación a los últimos ocho años de monitoreos de La Libertad y seis años en Manta, asociado a un evento climático de condiciones frías (Zambrano, 1998).

En Manta (Fig. 4), la biomasa fitoplanctónica de manera general es menor que La Libertad durante todo

este año, a excepción de marzo a nivel superficial con un bloom de 3226.000 cel/l. y en agosto con 370.000-808.000 cel/l. a nivel subsuperficial (30-50m). La sucesión de especies en enero está representada por microflagelados, *N. longissima*, *Gymnodinium spp.* (0-30m), en marzo se registró un bloom superficial con *N. delicatissima*, *R. fragilissima*, *Chaetoceros spp.*, *Skeletonema costatum*, *N. longissima*, microflagelados, *Ch. affinis*, y *L. danicus*. En mayo se mantiene a nivel con microflagelados, *N. longissima*, *Thalassiosira spp.*, *Gymnodinium spp.*, en junio sigue a nivel superficial con *Chaetoceros spp.*, *R. stolterfothii*, microflagelados, *Hemiaulus sinensis*, *Ch. affinis*, *N. delicatissima*, *N. longissima*. En agosto se mantiene a nivel superficial y 30-50m, se presentó con *N. longissima*, *Thalassiosira spp.*, *R. acuminata*, *Paralia spp.*, *R. hebetata*, *R. delicatula*, *R. setigera*, *Prorocentrum micans*, *M. rubrum*. En septiembre se profundizó (40-50m) con *N. delicatissima*, *N. longissima*, *M. rubrum*, *Thalassiosira*, *Prorocentrum spp.*, *L. borealis*, *Ch. curvisetus*, *Oxytoxum spp.*, En noviembre descienden ligeramente (20-30m) con *Thalassiosira spp.*, *M. rubrum*, *P. micans*, *N. pungens*, *N. longissima*, *L. danicus*. En diciembre sigue descendiendo con *L. danicus*, *Thalassiosira spp.*, *R. stolterfothii*, *N. pungens*. *M. rubrum* fue muy abundante a los 30m.

En la Libertad la mayor concentración celular fue a nivel superficial (2234.000 cel/l) y a nivel subsuperficial entre 35.000-2184.000 cel/l. La sucesión de especies en La Libertad para enero (0-30) se mantienen las mismas especies del año anterior. En febrero se incrementaron estas especies acompañadas con *Gymnodinium spp.* (0-20m). En Marzo la sucesión es por *R. fragilissima*, *N. longissima* (0m), los microflagelados y *Gymnodinium spp.* estuvieron distribuidos entre 0-50m. A mediados de abril, *R. fragilissima* es reemplazada por *N. longissima* (0-10 y 40-50m), *Gymnodinium spp.* estuvo entre los 20-30m. En mayo los microflagelados y *Gymnodinium spp.*, se mantienen entre los 0-10m. En junio se registró un bloom de *N. delicatissima*, acompañada con *N. longissima*, *Chaetoceros spp.*, *Thalassiosira spp.*, y microflagelados (0-10), *Ch. affinis*, *Ch. curvisetus*, *Ch. spp.* en los 20m. En julio se registró *Skeletonema costatum*, microflagelados, *Ch. spp.*, *N. delicatissima*, *Hemiaulus sinensis*, *Bacteriastrum spp.*, *Ch. affinis*, *Ch. curvisetus*, *Thalassiosira spp.* (0-10), *N. longissima* se mantienen frecuente en toda la columna (0-75m). En agosto la sucesión de especies estuvo representada con una gran diversidad con *R. setigera*, *R. acuminata*, *R. imbricata*, *R. stolterfothii*, *Thalassiosira spp.*, *N. longissima*, *Stauroneis membranacea*, *Chaetoceros cf. cinctus*, *Prorocentrum micans* (0-10); *Messodinium rubrum* se registró entre los 0-50m. A fines de agosto se evidenció *Thalassiosira spp.*, *N. longissima*, microflagelados, el grupo de *Rhizosolenia* disminuyó drásticamente con un parche sólo a 10m. En septiembre la biomasa disminuye y se profundiza (30m) con *Thalassiosira spp.*,

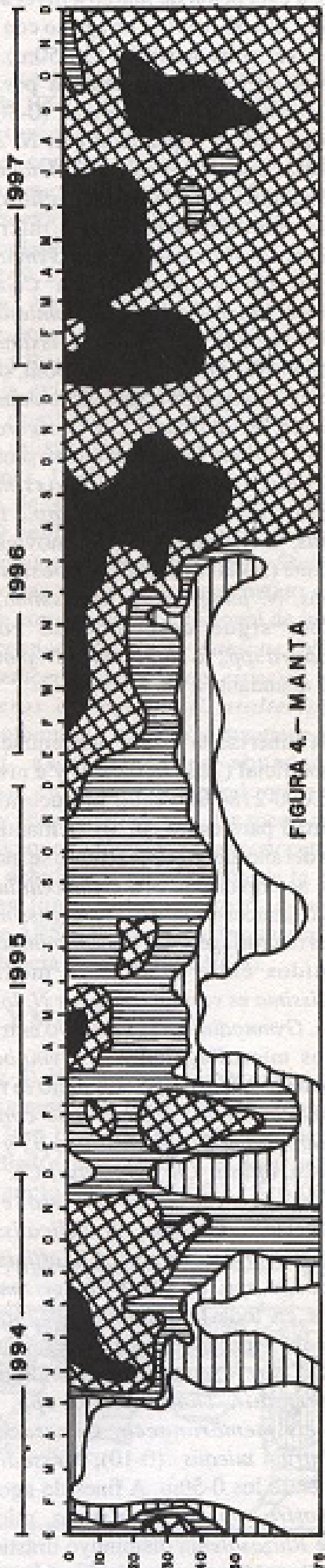


FIGURA 4.- MANTA

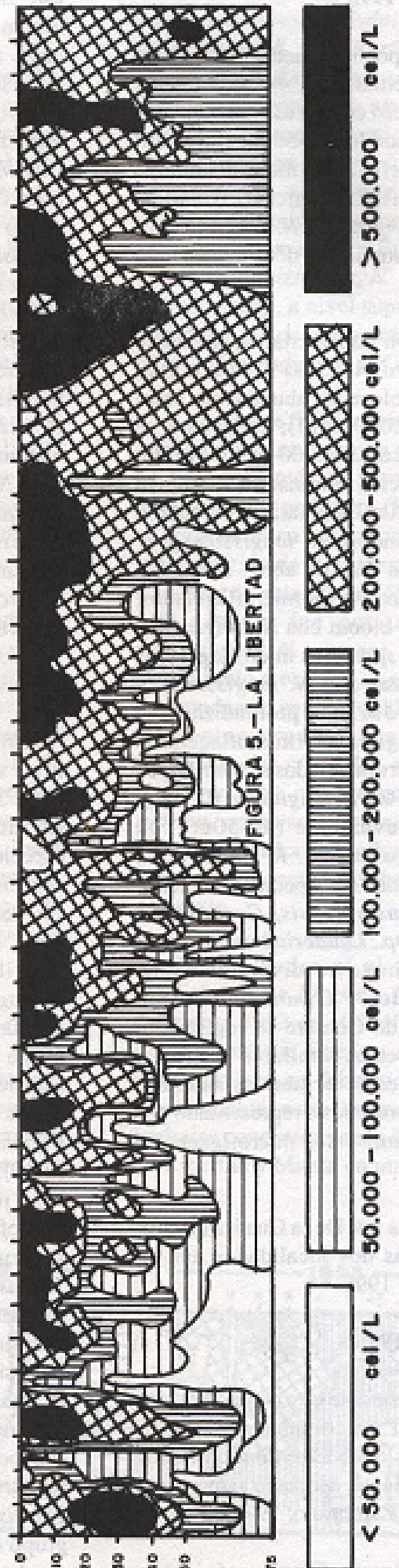


FIGURA 5.- LA LIBERTAD

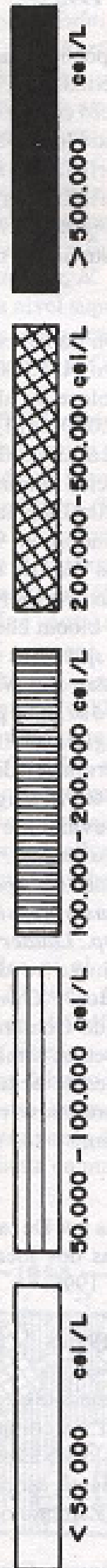


Figura 4-5.- Distribución y variaciones mensuales del fitoplancton (Cel/L), en Manta y La Libertad. Durante los años, 1994, 1995, 1996, 1997

*N. longissima*, *N. delicatissima*, *Ch. affinis*, *M. rubrum*. En noviembre la biomasa se mantiene con *Leptocylindrus danicus*, *R. stolterfothii*, *N. longissima*, *N. delicatissima*, *Thalassiosira spp.* y *R. hebetata* (0 y 20m). En diciembre se mantienen con *Thalassiosira spp.*, *Prorocentrum spp.*, *Oxytoxum spp.*, *M. rubrum* y *N. pungens* principalmente entre los 0-10m disminuyendo en la columna de agua.

La abundancia del primer nivel trófico durante 1996, ha beneficiado el incremento y recuperación de peces demersales, siendo las biomásas superiores a las reportadas en investigaciones previas (Revelo et al 1996), sin embargo, entre mayo y junio de 1996, las anomalías de TSM indicaron un esquema entre normal y ligeramente frío (De la Cuadra, 1996). En junio de este año, se reportaron mareas rojas con *M. rubrum* en el estuario de Cojimés (Torres, en prensa), a fines de julio nuevamente se registraron mareas rojas por *M. rubrum* asociadas a altas mortalidades de peces (Jiménez, 1997; Massay 1977) en el Golfo de Guayaquil Interno (Río Guayas).

#### LA LIBERTAD Y MANTA 1997

En La Libertad y Manta se mantiene la abundancia del primer nivel trófico (0-30m), pero con una reducción a nivel subsuperficial a fines de abril, junio y octubre en La Libertad y a mediados de diciembre en Manta (Fig. 4-5). Desde marzo, se comenzaron a registrar ligeras anomalías térmicas, las cuales fueron más acentuadas hacia el último trimestre de 1997 (Reunión Grupo Nacional ERFEN-INOCAR, Ecuador).

En Manta (Fig. 4), la biomasa fitoplanctónica fue menor a La Libertad, a excepción de enero con concentraciones celulares entre 1598.000-1147.000 cel/l. entre los 20-30; mayo entre 1272.000-1708.000 cel/l. (0-10m); y en agosto entre 976.000-1032.000 cel/l. (40-50m). La sucesión de especies registró un bloom con *Thalassiosira spp* (20m), acompañada con *L. danicus*, con *M. rubrum*, *Thalassiosira spp.*, *N. pungens*, *R. fragilissima*. En febrero con *N. longissima*, *Oxytoxum spp.*, *Thalassiosira spp.*, *M. rubrum*, *Prorocentrum spp.*, en la columna vertical (0-50m). en Mayo se registró otro bloom con *R. fragilissima* acompañada con *N. longissima*, *L. danicus*, microflagelados, *Ch. affinis*, *R. hebetata*, *N. delicatissima*, *R. stolterfothii*. A mediados de julio se presenta casi uniforme en la columna de los 75m, con *N. delicatissima* y *N. longissima*. A fines de agosto, la biomasa se profundiza (40 y 75m) con *N. delicatissima*, *R. stolterfothii*, *R. fragilissima*, *L. danicus*, *N. longissima*. A mediados de octubre, la biomasa se mantienen casi constante en la columna de agua con un incremento a 20m con *R. stolterfothii*, *Thalassiosira spp.*, *N. longissima*, *L. danicus*, *N. pungens*, *Gymnodinium spp.* Para mediados de noviembre también la biomasa permanece casi constante con un ligero incremento a los 50m con *N. longissima*, *Thalassiosira spp.*, *Skeletonema costatum*. En

diciembre permanece constante con incrementos a 10m con, *N. delicatissima*, *Ch. dichaeta*, *Navicula spp.*

En la Libertad la máxima concentración se encontró a finales de agosto con 1291.000 cel/l. a nivel superficial. La sucesión de especies en enero se desarrolla con *R. fragilissima*, *R. stolterfothii*, *N. pungens*, *M. rubrum*, *L. danicus*, *Thalassiosira spp.*, *Ch. curvisetus* (0-20m), en febrero disminuyen los grupos y se profundiza (20-40m) ésta con *Thalassiosira spp.*, *Prorocentrum spp.*, *N. delicatissima*, *Oxytoxum spp.*, *M. rubrum*. En marzo ascienden entre 0-20, con *Prorocentrum micans*, *N. delicatissima*, *Oxytoxum spp.*, *Thalassiosira spp.*, *N. longissima* y *M. rubrum*. En abril, se mantienen (0-10) con *N. longissima*, *L. danicus*, *R. stolterfothii*, microflagelados, *N. delicatissima* y *Gymnodinium spp.*, a mediados de mayo se mantiene (0-10) con *N. longissima*, *N. delicatissima*, microflagelados y *Gymnodinium spp.* En junio se mantiene con microflagelados, *Gymnodinium spp.*, *R. stolterfothii*, *N. longissima*, a los 10m con *R. fragilissima*, *R. acuminata* y *R. stolterfothii*. En julio se evidencian con *N. delicatissima*, microflagelados, *Gymnodinium spp.* (0-10m), en agosto con *L. danicus*, *R. stolterfothii*, *N. longissima* entre los 10-20m, a los 40m con *Thalassiosira spp.*, a fines de agosto se registró un bloom superficial con *R. stolterfothii* (hasta los 30m), acompañada con *H. sinensis*, *Thalassiosira spp.*, *Lauderia borealis* y *Gymnodinium spp.*, En septiembre microflagelados, *N. longissima*, *Prorocentrum spp.*, *Oxytoxum*, *Gymnodinium spp.* (0-20m). En octubre se registró con una variedad de *Chaetoceros*, *Nitzschias* y *Rhizosolenias* con ligera dominancia de *Ch. laevis*, *N. longissima*, microflagelados. A mediados de noviembre se profundizó con *Thalassiosira*, *R. stolterfothii*, *Ch. curvisetus*, *N. delicatissima*, *L. danicus*, *Ch. affinis* (40-50m), *Gymnodinium spp.* a nivel superficial, en Diciembre (20m) con *S. costatum*, *Asterionella japonica*, *L. danicus*.

#### DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DEL FITOPLANCTON

El componente dominante del fitoplancton fueron las diatomeas seguidas por microflagelados durante este estudio, a continuación se describirán la distribución espacio temporal porcentual de los géneros más dominantes durante este período.

El grupo de *Nitzschias* fue el grupo dominante, *N. spp.*, en Agosto/91, enero a abril-julio-agosto-noviembre/92, *N. longissima* en marzo-junio/93, de marzo-mayo/94, agosto-septiembre/96, febrero/97, *N. delicatissima* en enero/95, marzo-septiembre/96, julio-agosto-octubre-noviembre/97. La temperatura varió entre 22.79-25.63, sin embargo se registró su abundancia con temperaturas de 27.15°C en mayo/94 y durante EN de 28.78°C. en Manta. En La Libertad las máximas concentraciones se de *N. delicatissima* se registraron en abril-agosto/94, mayo/95,

febrero/96, *N. longissima* mayo/94, octubre-diciembre/95 (Fig.6), abril-junio-noviembre-diciembre/96, mayo/97, las condiciones térmicas se presentaron entre 22.68-25.63°C. En períodos normales, estas especies se encuentran entre 0-10m de profundidad, durante las anomalías térmicas se profundizan entre 30-50m asociadas a temperaturas menores de 24°C y a la termoclina. Jiménez (1975), las registró muy abundantes en febrero, mayo y agosto de 1973. Son neríticas, especies de aguas templadas, asociadas a las corrientes frías del sur (afloramientos costeros peruanos) (Jiménez, 1984).

Organismos flagelados pequeños, se los denominó como **microflagelados**, formaron parte del principal componente del fitoplancton, se presentaron en octubre/92, febrero/93, septiembre-noviembre/94, durante todo 1995 y mayo/96 en Manta; en La Libertad su presencia fue más frecuente desde junio a noviembre/94, todo 1995, enero-febrero-mayo/96, junio-julio-septiembre/97 (Fig. 7). La habilidad que desarrollan ciertas especies como *Chaetoceros affinis* en aguas oligotróficas es desarrollar pequeñas células flageladas (Dodson y Thomas, 1977), esta hipótesis podría explicar la abundancia de microflagelados después del bloom de esta especie y posiblemente para otras diatomeas céntricas (Margalef, 1967).

Los *Chaetoceros spp.*, (Fig.8) de tamaño muy pequeño y difícil de identificar, fue el componente principal en junio/92, agosto/94, mayo-junio/96, diciembre/97, con temperaturas entre 22.29-25.64°C, y durante El Niño con 28.78°C. para diciembre/97, en Manta. En La Libertad su abundancia fue en agosto-diciembre/94, abril/95, y enero/96; *Ch. affinis* en junio/94, agosto-octubre/95, julio/96 y noviembre/97, su temperatura osciló entre 20.69-26.02°C, durante EN se incrementó a 27.7°C. Su dominancia fue a nivel superficial, pero también se encontraron a 10, 20 y 40m. Jiménez (1975), reporta que *Ch. affinis* fue muy abundante en noviembre/72, febrero, mayo, agosto y septiembre de 1973 en el Golfo de Guayaquil externo.

El grupo de *Rhizosolenias* (Fig.9) fueron dominantes en los períodos de invierno (época húmeda - cálida) con ligeras excepciones en el verano, son especies neríticas, algunas veces oceánicas (Jiménez, 1983). Su principal especie registrada es *R. stalterfothii*, fue abundante en enero-febrero-marzo-noviembre-diciembre/94 en La Libertad, en Manta se registró en mayo-agosto-septiembre/93, enero-junio/94, junio-agosto-diciembre/96, febrero-mayo-agosto-octubre/97; su rango de temperatura osciló entre 22.89-28.27°C., generalmente predomina entre los primeros 20m, en condiciones cálidas se profundizan posiblemente asociadas a la termoclina. Otras especies como *R. delicatula*, *R. acuminata*, *R. imbricata*, *R. spp.*, estuvieron presentes en menor concentración. Jiménez (1975), encontró su máxima abundancia en febrero-mayo

de 1973 en el Golfo de Guayaquil.

*Thalassiosira spp.* (Fig.10), estuvo presente en junio/95, noviembre-diciembre/96, febrero-marzo-junio-agosto/97 en La Libertad; en Manta tienen un comportamiento similar para 1996, en 1997 su distribución fue diferente, fue dominante en enero/97, octubre-noviembre. Jiménez (1975), registró sus máximas concentraciones en noviembre y agosto/1973. Esta especie tiene comportamiento oceánico (Jiménez, 1983). Su presencia nos estaría indicando la mayor incidencia de aguas oceánicas en ambas localidades.

*Leptocylindrus danicus*, es una especie poco frecuente, predomina en los meses cálidos tanto superficialmente como en el vertical (20-40-50m). Fue frecuente en marzo/95, enero-abril-agosto-noviembre/97 en La Libertad, mientras que en Manta se registró en diciembre/91, abril/93, noviembre-diciembre/96, enero-mayo-julio/97 (Fig.11). En Jiménez (1975), la registró muy abundante en agosto/73. Tiene comportamiento nerítico y probablemente templado (Jiménez, 1983).

*Hemiaulus sinensis*, se la consideraría como una especie esporádica, fue frecuente en junio/94 (La Libertad) y junio/92, Mayo/93, agosto/97 (Manta). Jiménez (1983), la reporta como nerítica, y especie subtropical. Su temperatura osciló entre 22.63-27.04°C.

*Gymnodinium spp.*, es una especie pequeña de difícil identificación (Balech, 1985), se agrupa posiblemente 3 especies diferentes como *Gymnodinium. spp.*, se presentaron durante todos los años de éste estudio, pero fueron ligeramente frecuentes en la época cálida a nivel superficial y subsuperficial hasta los 30m, fue dominante en septiembre-octubre-noviembre/91, en diciembre/92, enero-abril-julio-octubre-diciembre/93, enero/96, febrero-octubre-diciembre/97 en Manta. En La Libertad fue en octubre/94, enero/95, enero/96 y casi todos los meses de 1997. La distribución anual de los principales grupos de dinoflagelados se observan en la Fig. 12.

*Messodinium rubrum*, se ha venido registrando a presencia todo el tiempo durante este estudio, sin ocurrencias de mareas rojas, con pequeños repuntes registrados en agosto/96 (0-10m) en La Libertad, en Manta desde septiembre (40-50m), en noviembre (0-50m) para 1996, enero y febrero de 1997 en la capa superficial de los 20m. Sin embargo, en el Golfo de Guayaquil y estuario de Cojimíes se registraron Mareas rojas asociadas a una alta mortalidad de peces en junio y agosto de 1996 (Jiménez, 1997; Massay 1997; Torres en prensa). Jiménez (1974), ha registrado mareas rojas en el Golfo de Guayaquil, con la predominancia de los *Chaetoceros*, *Nitzschias* y *Rhizosolenias*. Posteriormente, Veintimilla-Arcos (1982) encontró parches de mareas rojas debido a *M. rubrum* en agosto/80, marzo, agosto y septiembre de



1981, en varios sitios de la costa ecuatoriana. Ambos autores coinciden con un período de abundancia fitoplanctónicas registrados en este artículo.

## DISCUSIONES

Los resultados anuales de la biomasa fitoplanctónica antes de un evento El Niño, presentó una disminución desde mayo 1990 e intensificándose durante 1991, en 1992 se incrementó desde febrero a agosto, disminuye en septiembre y nuevamente se intensifica para finales del año en La Libertad (Torres, 1996). En Manta desde agosto a octubre 1991 se presentaron ligeros incrementos. En noviembre y diciembre fue disminuyendo hasta mayo 1992, en junio se incrementó a nivel subsuperficial (20-40m) y nuevamente se registró un agotamiento hasta diciembre 1992. Esta distribución de los períodos de abundancia en Manta reflejarían parches de aguas encerradas que se van agotando naturalmente por los fitófagos. Las condiciones de agotamiento durante condiciones El Niño, fueron más reducidas en La Libertad en 1991, mientras que en Manta se evidenció desde noviembre 1991 hasta diciembre 1992.

En Manta se recupera a principios de 1993 e incrementándose en los meses siguientes hasta los 50m de profundidad con excepción de junio a agosto, en septiembre es hasta los 20 m. En 1994 disminuye su abundancia hasta mayo, y desde junio a mediados de octubre se incrementa hasta los 30m de profundidad, en La Libertad para 1994, se registraron tres núcleos de mayor concentración, en enero (0-40m), marzo (0-40) y desde junio a octubre (0-20m). En La Libertad este patrón se continúa incrementando en 1995, pero en Manta para 1995 disminuye ligeramente casi todo el año, con ligeros incrementos profundizados (30-50m) a mediados de enero y a mediados de abril afloran (0-10m).

Este 1995 las dos estaciones fijas presentaron un patrón diferente en su abundancia, siendo mayor en La Libertad durante todo el año, posiblemente sea por un incremento del segundo nivel trófico con dominancia de fitófagos. Ortega et al (1996) reportó una mayor concentración y diversidad de larvas de peces en áreas cercanas a la estación de Manta y en el Golfo de Guayaquil. De la Cuadra (1996), menciona que las condiciones océano-atmosféricas en noviembre 1995, registraron condiciones climáticas cercanas a las normales y dos zonas caracterizadas, hacia el sur asociada a débiles afloramientos y abundancia de los recursos pesqueros y la segunda hacia el norte de la Puntilla Santa Elena (La Libertad) que estaría asociada a una termoclina muy intensa.

En 1996 las condiciones ambientales frías estabilizaron una bloom fitoplanctónico en Libertad y Manta entre los primeros 30 metros hasta mayo, se

mantienen y se profundiza su abundancia en todo el perfil vertical hasta mediados de abril 1997 para La Libertad, en Manta la abundancia continúa casi todo este año; en La Libertad para mayo/97 disminuye el espesor de su abundancia entre los 0-30m. El bloom fitoplanctónico estuvo relacionado con un enfriamiento, aguas afloradas y altas pesquerías (Reunion ERFEN-NACIONAL-INOCAR). En Manta 1997, las concentraciones de biomasa fueron superiores a La Libertad a nivel superficial (Fig.2), en abril, mayo, junio, a fines de agosto y septiembre, corroborando núcleos de abundancia de fitoplancton poco comunes.

## EXISTENCIA O NO DE UNA VARIACIÓN ESTACIONAL EN AGUAS ECUATORIANAS

Hasle (1959), menciona que tres investigadores Marshall (1933), Motoda (1941) y Johnson (1954) no evidenciaron variaciones estacionales, posteriormente Riley (1957), demostró variaciones estacionales cuantitativas del fitoplancton, sin embargo, existió poca información sobre variación estacional del fitoplancton tropical. Smayda (1978), menciona que en los estudios de dinámica y abundancia del fitoplancton (ciclos anuales), debería intreraccionarse el pastoreo, dinámica regional, sucesión de especies y análisis de agrupamiento de especies.

La distribución estacional mencionada en Rojas-Mendiola (1981), a lo largo de las costas de Perú durante el período de 1961-1970, presentó una gran variabilidad inter-anual de la región de afloramiento, con cambios asociados a las anomalías de El Niño (1965-1969-1972). El ciclo estacional (1964-1978) del fitoplancton en aguas peruanas costeras se inicia en primavera (Octubre-noviembre-diciembre) y tiene su máximo a mediados de verano (enero-febrero-marzo) y comienzos de otoño (abril-mayo-junio) (Calienes, 1985). Aunque los afloramientos ocurren durante todo el año al centro y norte de la sección costera peruana, existen variaciones estacionales en su intensificación, que en presencia de anomalías de años niños, pueden evidenciarse ondas atrapadas (Codispoti, 1981). Chavéz (1986), mediante monitoreos mensuales a 12°S de la costa peruana sugiere que existe una variación estacional en el primer nivel trófico.

Si se relaciona la mayor productividad fitoplanctónica antes mencionada y su influencia en el mar ecuatoriano, incorporando el mayor aporte nutricional y biológico del Golfo de Guayaquil, se deduce que el fitoplancton en La Libertad se inicia con el cambio estacional de verano a invierno con ligeros picos entre diciembre y enero, disminuye entre febrero-marzo debido a las condiciones cálidas del invierno y/o al pastoreo de fitófagos, tiene un primer máximo entre abril-mayo disminuye en junio y un segundo máximo de mayor duración entre julio, agosto, septiembre y octubre. Cuando las mayores concentraciones ocurren en Manta a manera de parches, tendríamos dos

alternativas: el incremento de la biomasa sería con el avance de aguas afloradas peruanas a nivel subsuperficial, por aguas afloradas procedentes de la cuenca de Panamá (Jiménez, 1976; Jiménez et al (1977), y/o aguas oceánicas que llegan a nuestras costas mediante ondas Kelvin (Zambrano 1998).

Garcés (1997), en su relación de la TSM (1974-1995) de La Libertad y Manta, menciona que los índices oceánicos tienen altas correlaciones en abril, mayo y junio, en la transición de la época lluviosa; y los más bajos en diciembre, enero y febrero en la transición de la época seca, sin embargo, estas correlaciones en Manta no son tan acentuadas. En ambas localidades prevalecen cambios locales en los vientos y periodicidades de ondas (Bayot y Cornejo-Rodríguez, 1996; Cardín y Cornejo-Rodríguez), con una tendencia similar de variación estacional, pero con mayor productividad en La Libertad que en Manta. La interrelación de estas variables con las de éste artículo tienen una tendencia similar. Si se observa los perfiles batimétricos de la topografía submarina (10 millas costa afuera) de algunas áreas costeras en De Miró et al (1976), en Manta la plataforma submarina es continuativa hasta las 20 millas (100-200m de profundidad) y La Libertad aproximadamente a las 11 millas presenta una pendiente mayor a 1000m de profundidad. A nivel local en ambas localidades existe una gran diferencia topográfica, en Manta tiene una franja montañosa mayor a 300m de altura que puede crear una variabilidad local causada por los vientos, en La Libertad es carente de un sistema montañoso y no esta conectada a cuencas fluviales.

La interrelación de estas variables con las de éste artículo tienen una tendencia similar con las sugerencias de Man y Lazier (1991), que la topografía submarina y la formada sobre el continente, se relacionan directamente con el efecto de vientos y circulación de corrientes marinas, efecto de Coriolis, circulación de ondas que actúan directamente con la productividad biológica a nivel superficial y subsuperficial.

## CONCLUSIONES

Durante 1991-1992 se desarrolla un evento El Niño, la densidad del fitoplancton fue reducida en La Libertad desde mediados de 1990 y todo 1991 (Torres, 1996); desde marzo 1997 se registraron disminuciones relacionados con el El Niño 97-98. En Manta, las menores concentraciones se evidenciaron desde noviembre 1991 a diciembre 1992 asociadas con El Niño 91-92, teniendo un comportamiento diferente en relación con El Niño 97-98, posiblemente asociado a variables ambientales locales.

El grupo de diatomeas y microflagelados fueron las más frecuentes y abundantes en relación a los dinoflagelados y ciliados. El grupo de dinoflagelados que se registró durante el desarrollo de ésta metodología fueron

algunas especies de *Gymnodinium* y *Oxytoxum* de tamaño muy pequeño y el ciliado *Messodinium rubrum*. Las especies de *Ceratium* y *Protoperidinium* generalmente no se encontraron en muestras de agua, pero si fueron frecuentes en muestras de redes de 50 micras (datos no publicados de la autora).

Las especies fitoplanctónicas que fueron muy abundantes durante este período de investigación fueron *Nitzschia longissima*, *N. delicatissima*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *R. delicatula*, *Chaetoceros spp.* (especie muy pequeña), *Ch. affinis* y el grupo de los microflagelados. De manera general su dominancia fue localizada entre los primeros 20m de profundidad, pero en presencia de anomalías térmicas se profundizaron (30-50m) asociadas a la termoclina en condiciones de El Niño.

El mismo componente fitoplanctónico, con excepciones de algunas especies, soportaron las anomalías de temperaturas (29°C), evidenciando escasos cromatóforos, reducción en su tamaño, siendo menos nutritivas. Sin embargo, en La Libertad y Manta, e interrelacionadas con eventos El Niño 1991-92; 1997-98 presentaron diferentes comportamientos en relación a la distribución de su abundancia celular:

- Biomasa fitoplanctónica disminuída antes de El Niño 1991-1992.
- Biomasa fitoplanctónica muy abundante antes de El Niño 1997-1998.

La biomasa fitoplanctónica durante 1996 se presentó muy abundante en la columna vertical desde los 0-50m de profundidad, en relación a los últimos ocho años de monitoreos en La Libertad y seis años en Manta. Las condiciones océano-atmosféricas estuvieron asociadas a un evento anómalo de condiciones frías en este año (Zambrano, 1998).

Estos resultados dan una pauta sobre la distribución espacio-temporal del flujo energético y en lo posible relacionarlo con el medio que lo sostiene (condiciones físicas y químicas, subsistencia alimenticia, sobre explotación pesquera y otros), energía que debería ser regulada principalmente por el sector pesquero para mantener un stock permanente, aunque esto en la actualidad es aparente.

AGRADECIMIENTO

Salas L. and W. Thomas, 1977. Marine phytoplankton

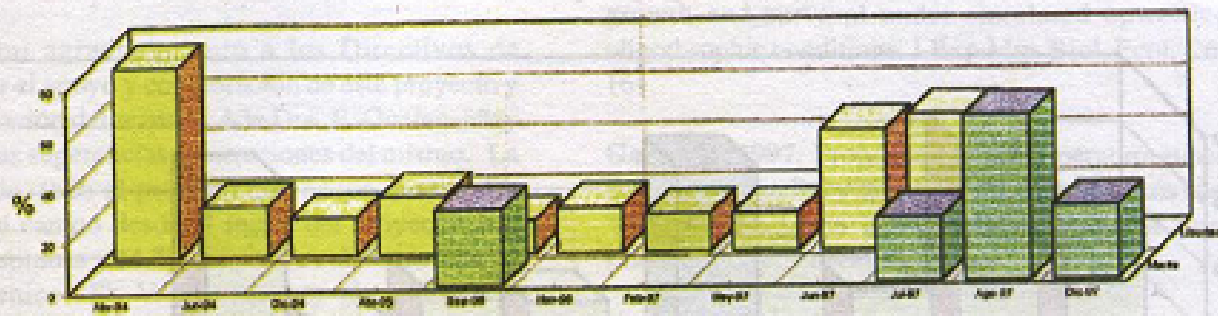


Figura 6.- Distribución anual de *N. delicatissima*

Galvão O. E. Cury and Y. Takemura, 1987. Limnol. Oceanogr.

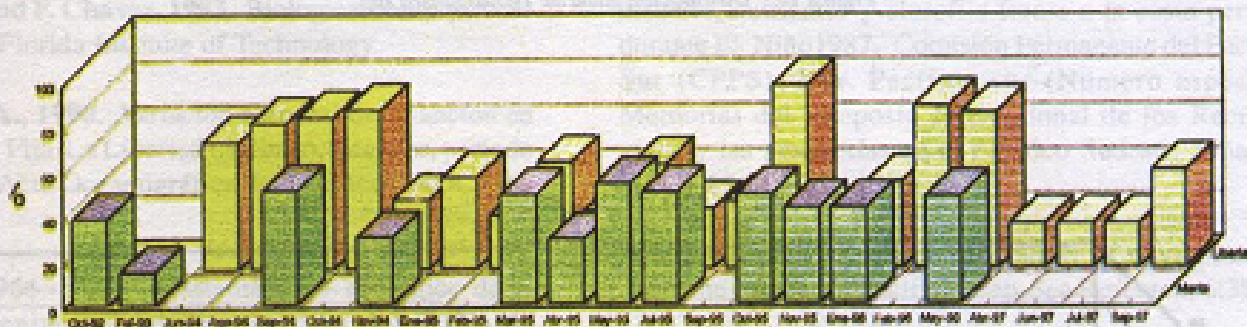


Figura 7.- Distribución anual de microflagelados

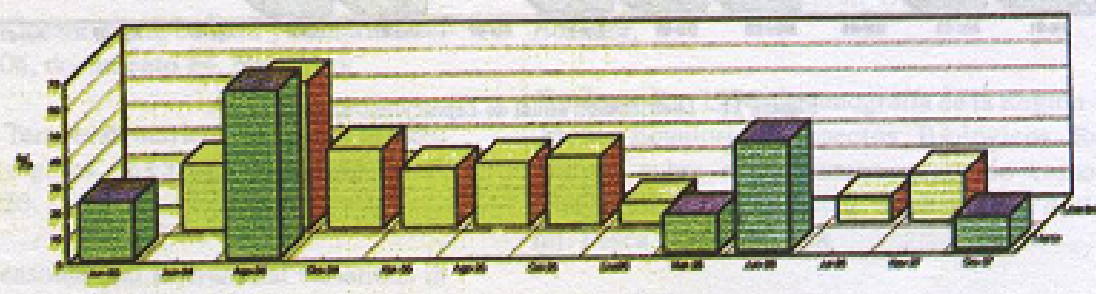


Figura 8.- Distribución anual de *Chaetoceros*

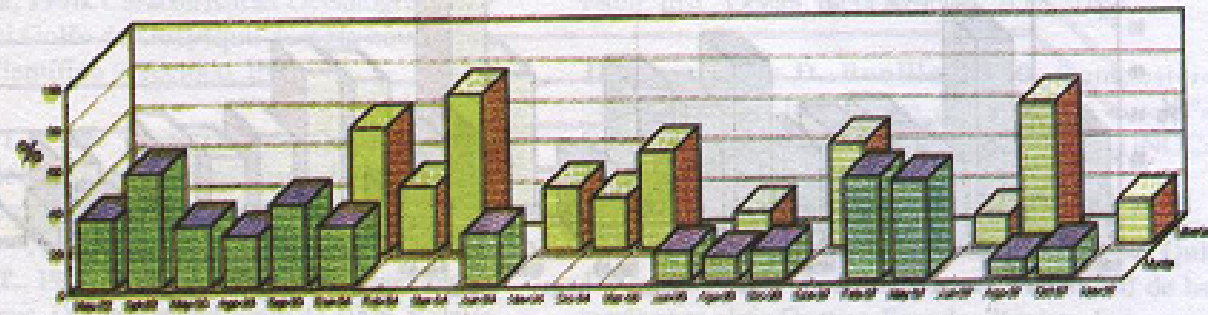


Figura 9.- Distribución anual de *Rhizosolenias*

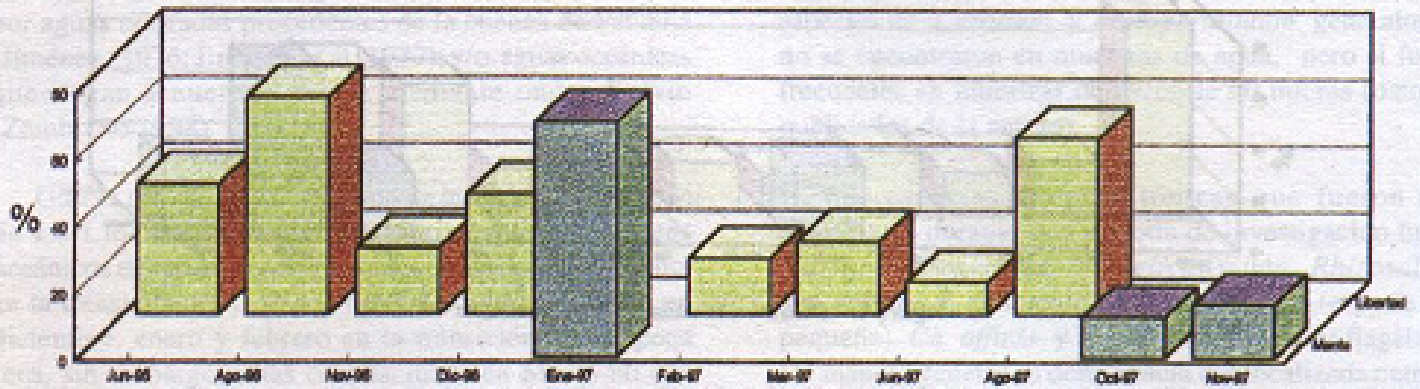


Figura 10.- Distribución anual de *Thalassiosira* spp.

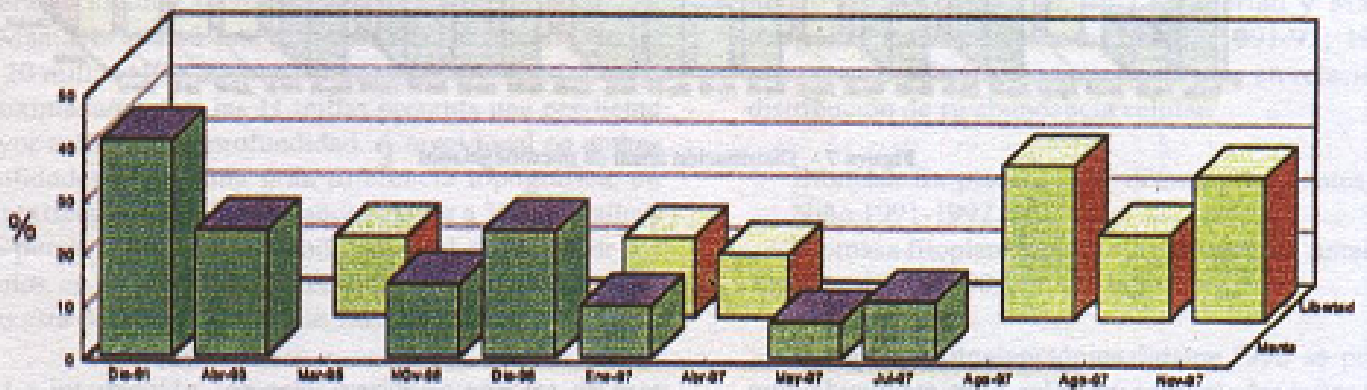


Figura 11.- Distribución anual de *Leptocylindrus danicus*.

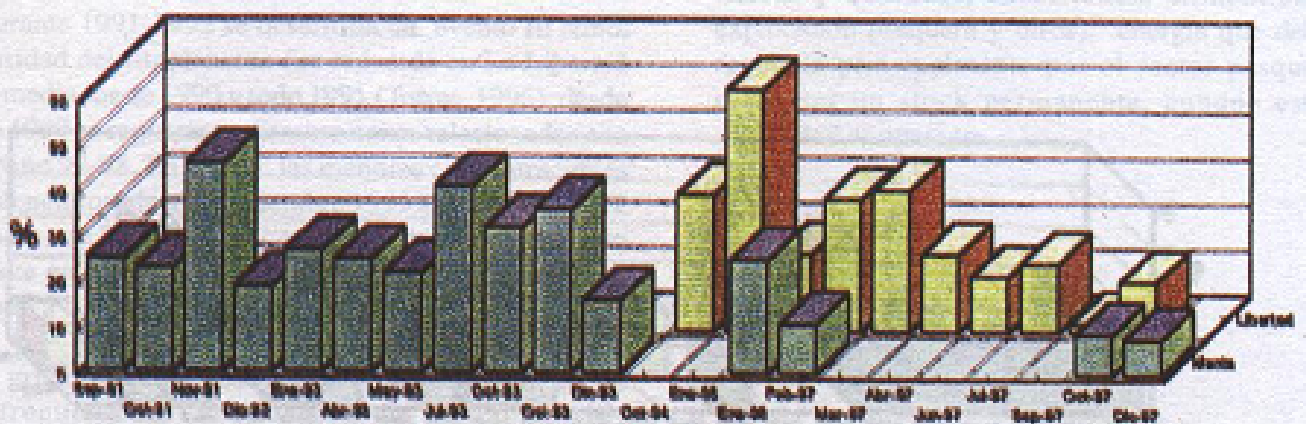


Figura 12.- Distribución anual de *Gymnodinium* spp.

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a los Directivos de INOCAR, por el apoyo y colaboración de este proyecto y por la continuación del mismo. A la Dra. E. Gualancañay por sus valiosas sugerencias y correcciones del mismo. La cooperación de todo el personal que apoyo durante los monitoreos de campo desde el inicio del proyecto. Las biólogas B. Espinosa y M. Tapia, por su colaboración. Al Dibujante-técnico Sr. V. Mesías, por los gráficos y diagramación de los mismos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barber T., and F. Chavez, 1983. Biological consequences of El Niño. Florida Institute of Technology.
- Bonilla, M.A., 1990. Variación mensual del Plancton en una Estación Fija La Libertad (Salinas), Ecuador, período 1988-1989. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR) 6(1): 58-67.
- Cajas L., 1966.- Estudio sistemático - ecológico de la familia Soleniaceae del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Tesis doctoral, Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Cardín V., y P. Cornejo-Rodríguez, 1990. Análisis de rientes en la Provincia de Manabí. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR-Ecuador. 6(1): 1-9.
- Capurro L., 1981. Oceanografía costera y estuarina del Ecuador. ECU/80/006, documento #4, New York.
- Codispoti L., 1981. Temporal, nutrient variability in three different Upwelling regions. In Coastal upwelling. Ed. F. Richards, pp. 209-220.
- Chavéz F., 1986. Seasonal and Interannual variations in nutrients and phytoplankton along the coast of Peru, IOC Workshop Report # 49. Anex III. In AGU-IOC-WMO-PPS. Chapman Conference an International Symposium in El Niño. Guayaquil-Ecuador. pp.30
- De la Cuadra, T., Chalen F., Perez F., Macías P., Ortega D., y F. Ormaza, 1996. Características Oceanográficas y Geoquímicas del Golfo de Guayaquil durante noviembre 1994. Boletín Científico y Técnico. INP.
- De la Cuadra, T., 1996. Características Oceanográficas frente al Ecuador durante noviembre de 1995. Boletín Científico y Técnico. INP, 14(2): 40-59.
- De la Cuadra, T., 1996. Condiciones Oceanográficas en aguas ecuatorianas. Durante mayo-junio de 1996. Boletín Científico y Técnico. INP, XIV(5): 73-83.
- Dodson A., and W. Thomas, 1977. Marine phytoplankton growth and survival under simulated upwelling and oligotrophic conditions. J.Exp.Mar. Biol. Ecol, 26: 153-161.
- Garcés J., 1997. Pronóstico de la temperatura superficial del mar por satélite y su aplicación a los recursos costeros. Tesis de grado en oceanografía. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Guillén O., 1986. Características químicas y productividad de las zonas costeras del Perú durante El Niño 1982-1983. ERFEN, Boletín N. 18:23.
- Guillén O., E. Carcamo y R. Calienes, 1989. Oxígeno disuelto, nutrientes y clorofila frente a la costa peruana durante El Niño 1987. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico sur (Número especial). Memorias del Simposio Internacional de los Recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste, Viña del mar, 9-13 de Mayo 1988.
- Hasle G., 1959. A quantitative study of phytoplankton from the equatorial Pacific. Deep-Sea Research, 6:38-59.
- Jiménez R., 1974. Marea roja, debida a un ciliado en el Golfo de Guayaquil. Publicación, INOCAR, CM-BIO-2, PP. 1-9.
- 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. Oceanografía de la Región Norte del Frente Ecuatorial: Aspectos Biológicos. Reunión de trabajo sobre el Fenómeno conocido como El Niño. Guayaquil, Ecuador, 4-12 de diciembre de 1974. FAO inf. Pesca (185):355-358.
- Jiménez R., Pesantes, F., y M. González, 1977. Condiciones Bio-oceanográficas en aguas ecuatorianas, enero-abril de 1976. Bol. ERFEN 1(2): 1-5.
- Jiménez R. y F. Pezantes, 1978. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Publi. Inst. Ocean. de la Armada. 2(1): 30 pp.
- Jiménez R., y D. Bonilla, 1980. Composición y distribución de la biomasa del Plancton en el Frente Ecuatorial. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR). 1(1): 19-64.
- Jiménez R., Barniol de L., Machuca M., y W. Quinde. 1997. Informe preliminar sobre la mortalidad de bagres marinos en el río Guayas, Ecuador. Revista de Acuicultura del Ecuador. pp.23-32.

- Man K., and J. Lazier. 1991.** Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions in the Oceans. Blackweel Scientific, Publications, Inc.
- Margalef R., 1967.** Variación local e interanual en la secuencia de las poblaciones del fitoplancton. In *Phytoplankton Manual*, Ed. A. Sournia.
- Massay S., 1997.** Reporte de la presencia de bagres en el Golfo de Guayaquil. *Revista de Acuicultura del Ecuador*, pp.34-35.
- Miro, M., 1976.** Morfología y estructura del Margén Continental del Ecuador. *Revista del Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR*, pp. 1-22.
- Moreano, H., 1983.** Interacción Océano-Atmósfera sobre la zona costera del Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 2(1):1-11.
- Ortega D., Elias E. y C. Zurita . 1996.** Distribución del Ictioplancton y Zooplancton en la costa ecuatoriana septiembre 1995. *Bol. Científico y Técnico , INP*, 14 (1) : 52-64.
- Pesantes F., 1978.** Dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Publ. Inst. Ocean. Armada.INOCAR*, 2(2):46 pp.
- Pesantes F., 1983.** Los dinoflagelados como indicadores de "El Niño" en el mar ecuatoriano. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*, 2(1): 85-117.
- Rojas-Mendiola, B., 1981.** Seasonal Phytoplankton distribution along the Peruvian coast. In *Coastal Upwelling*. Ed. F. Richards, pp. 348-356.
- Smayda T., 1978.** Biogeographical meanig: indicators. 8.1.1 Interpreting the Observations: Qualitative and antecological aspects. In *Manuel of Fitoplankton*, Ed. A. Sournia, UNESCO.
- Susunaga, J., y R. Gómez, 1995.** Características Oceanográficas y Meteorológicas en el Sur del Pacífico Colombiano en el período enero-diciembre/93 y su relación con el fenómeno "El Niño 91-92". *Bol. Cient. Centro Control Contaminación del Pacífico, CCCP*, 5:36-72.
- Torres G., 1996.** Distribución de la densidad fitoplanctónica en una estación fija costera La Libertad (Ecuador), durante 1989-1993. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, 8(1): 39-49.
- Veintimilla-Arcos, T., 1982.** Mareas rojas en aguas ecuatorianas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología, INP*, 1(2): 115-127.
- Wøster W., 1969.** Equatorial front between Perú and Galapagos. *Deep-Sea Research*, 16:407-419.