

DISTRIBUCION DEL FITOPLANCTON EN LA REGION COSTERA DEL MAR ECUATORIANO, DURANTE DICIEMBRE 2000

Por:
Gladys Torres(1)
Maria Elena Tapia(1)

ABSTRACT

This study was carried out during December 2000, onboard the R/V Orion of the Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy. The objective was to establish the relationship between chlorophyll "a" content and the abundance of species or groups of species of micro-algae inside a region with ocean-climate system variability in the Tropical Pacific Ocean along the Ecuadorian coast. The highest chlorophyll content was found between 1°3' S and 3°S, with a positive correlation to the cellular biomass, including species of phytoplankton such as *Rhizosolenia stoltherfothi*, *Thalassiosira subtile*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *P. longissima*, *Leptocylindrus danicus*, *Gymnodinium* sp., y *Messodinium rubrum*. However, the biomass calculated from the content of the 55 µm mesh size was dominated by *Rhizosolenia imbricata*, *T. subtile*, *Chaetoceros affinis*, *L. danicus*, *Chaetoceros curvisetus*. The dinoflagellates showed concentrations of species that characterized zones of warm water masses (*Protoperdinium crassipes*, *Gonyaulax polyedra*, *Dinophysis caudata* towards the NE, and *C. tripos*, *G. polyedricum*, *C. furca* towards the SE of the study area). The phytoplankton distribution did not reflect the position of the Equatorial Front, determined as an almost zonal phenomenon with a weak surface thermal gradient (23 - 25 °C). The high abundances of *M. rubrum* and *Gymnodinium* sp., might have been related to the influence of the cold Humboldt Current and this may have produced some "red tide" events towards the coastal margin.

RESUMEN

El presente estudio corresponde al Crucero Oceanográfico costero realizado por el Instituto Oceanográfico a bordo del B/I ORION en diciembre de 2000. El objetivo del estudio fue relacionar la variable clorofila "a" con las especies o grupos de especies de microalgas dentro de una región con variabilidad océano-climática del Océano Pacífico Tropical que comprende la costa ecuatoriana. El área de mayor contenido clorofílico se ubicó entre 1°3' y 3°sur; distribución que fue coincidente con la mayor biomasa celular compuesta por *R. stoltherfothi*, *T. subtilis*, *P. delicatissima*, *P. longissima*, *L. danicus*, *Gymnodinium* sp., y *M. rubrum*. Sin embargo, la biomasa estimada con red de 55µ fue dominante con *R. imbricata*, *T. subtilis*, *C. affinis*, *L. danicus*, *C. curvisetus*; los dinoflagelados presentaron núcleos de especies que caracterizaron zonas de masas de aguas cálidas como *P. crassipes*, *G. polyedra*, *D. caudata* hacia el noroeste, y *C. tripos*, *G. polyedricum*, *C. furca* hacia el sudeste del área de estudio. La distribución del fitoplancton no fue coincidente con la posición del Frente Ecuatorial (de comportamiento cuasi-zonal con un gradiente térmico superficial débil entre 23-25°C). Las altas densidades de *M. rubrum* y *Gymnodinium* sp., posiblemente estarían asociadas a la influencia de la Corriente Humboldt y podría incidir en algunos eventos de mareas rojas hacia el margen costero del Ecuador.

INTRODUCCION

La ocurrencia de masas de aguas superficiales y subsuperficiales varían considerablemente debido al régimen complejo de la circulación oceánica en el Pacífico Oriental Tropical, en particular el

desplazamiento estacional del Frente Ecuatorial es un factor importante para la distribución de las masas de aguas del Ecuador (Okuda et al., 1983); condición que varía durante eventos El Niño (Zambrano, 1996) y La Niña (Jiménez, 2001; Tutasi et al., 2002). El fitoplancton está representado por

una gran variedad de especies, con poblaciones específicas (principalmente dinoflagelados) que corresponden a las diferentes masas de aguas Tropicales (Rojas-Mendiola, et al., 1981). Los cambios climáticos globales tienen una conexión con la variabilidad en la tasa de disturbancia ecológica en áreas cercanas a la costa y en ambientes oceánicos, procesos que han sido involucrados para explicar la declinación del Coral e incremento en blooms de algas nocivas, principalmente el incremento de radiación ultravioleta y la presión relacionada a impactos antropogénicos, tales como sobrexplotación de pesca y otros niveles tróficos, contaminación marina y eutrofización costera son enunciados por Marshall et al., (2000); sin embargo, el fitoplancton es el principal sintetizador de los mecanismos acuáticos (Subba, 1976).

La presente investigación describe el comportamiento del primer nivel trófico (clorofila, feopigmentos, biomasa celular e indicadores del fitoplancton) en el ecosistema costero del mar ecuatoriano, conocer la incidencia de las principales especies que se encuentran formando núcleos de mayor productividad e inter-relacionadas con las condiciones ambientales durante el Crucero realizado en diciembre/2000.

PROCEDIMIENTOS

El análisis de clorofila se realizó en 8 niveles (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100m) de profundidad, con el método fluorométrico y como solvente acetona al 90%. Para el análisis de Biomasa celular se realizó en 2 niveles superficial y subsuperficial de 40m de profundidad y con el método de Uthermohl (Microscopio Invertido); la información de especies fue agrupada para todas las especies del fitoplancton. Para indicadores del fitoplancton (red 55u), se realizaron arrastres superficiales por 10 minutos y 2 nudos de velocidad del buque, arrastres verticales desde los 50m hacia la superficie; las especies son estimadas porcentualmente por grupos individuales de diatomeas Centricae y Pennatae, dinoflagelados y otros. Para más detalles ver en Torres y Tapia (2002) en este mismo texto.

Área de estudio

El área de estudio (Fig. 1), comprende la franja costera de las 30 millas náuticas del mar ecuatoriano, que comprende desde 1°N a 3°10' sur, y desde la franja costera (5 millas hasta la longitud 84°W, correspondiente al tercer Crucero Oceanográfico CO-3-00 desarrollado en diciembre 2000, con un total de 21 estaciones. La época de muestreo correspondió a un mes transicional de verano (época seca) a invierno (época húmeda).

Condiciones Ambientales

El año 2000 se caracterizó la presencia del evento frío denominado como "La Niña, con debilitamiento de estas condiciones hacia finales del segundo trimestre frente a las costas del Ecuador (INOCAR, 2000). Para diciembre 2000 los valores de temperatura superficial del Mar (TSM) fluctuaron entre 19.5°C hacia el suroeste del área de estudio y 26.5°C hacia el norte y área costera (Fig. 2); con anomalías de +3°C hacia el Golfo de Guayaquil y de -2°C hacia la sección 84°W. La distribución térmica superficial evidenció un Frente Ecuatorial con bandas Cuasi-zonales con un gradiente térmico débil (23°C-25°C). La distribución de salinidad presentó su máximo hacia el sudoeste de 34.5 ups y las menores hacia el norte de 32.0 ups. La distribución de nutrientes (fosfato y silicato) evidenciaron dos núcleos de mayor concentración, hacia la costa y hacia la parte oceánica, con excepción de nitrito y nitrato presentó influencia oceánica. La incidencia solar en la capa fótica y del material particulado presentó lecturas de Disco Secchi entre 10 y 11 m de profundidad.

RESULTADOS

Distribución de Clorofila "a" y feopigmentos superficial

La distribución superficial de clorofila "a" y feopigmentos, presentaron su mayor concentración de 0.5 mg/m³ hacia el sur de 1°S del área de estudio, incrementándose hacia el Golfo de Guayaquil con valores máximos de 3.0 mg/m³ para Clorofila y para pigmentos los máximos de 1.5 y 2.4 mg/m³ se localizaron en áreas cercanas frente a la

Península de Santa Elena y frente a Manta, los feopigmentos presentaron núcleos de mayor concentración hacia la costa frente a La Libertad y Manta (Fig. 3).

Distribución subsuperficial de Clorofila y feopigmentos

La mayor densidad de clorofila ($>0.5 \text{ mg/m}^3$) se observó hacia el sur de 1°S del área de estudio con núcleos máximos ($1.53\text{--}3.31 \text{ mg/m}^3$) hacia toda la sección de 2°S tanto en área oceánica 84°W y área costera 81°W (Fig. 3). La distribución vertical en el área oceánica permitió establecer la influencia de masas de aguas cálidas del norte con bajo contenido clorofílico ($<0.2 \text{ mg/m}^3$) y una distribución casi homogénea en la columna de los 100m de profundidad, pero que las estaciones 4 y 5 (área sur), se notó una fuerte influencia de aguas con alto contenido de clorofila (Fig. 4), posiblemente asociado al afloramiento de la Corriente de Humboldt y/o al evento Global de La Niña, coincidentes con la profundidad de la isoterma de 20°C y el mayor contenido de nutrientes (principalmente silicato y nitrato) que presentaron altas concentraciones hacia el sur (INOCAR, 2001). La distribución de feopigmentos también presentó un patrón similar al de clorofila hacia el sur de 1°S , pero su valor máximo fue hacia el sur de la parte oceánica y otro núcleo de menor concentración hacia el Golfo de Guayaquil.

Distribución de fitoplancton (cel/l)

Se identificaron 75 especies fitoplanctónicas, predominando las diatomeas Centricae (32 especies), en menor proporción las diatomeas Pennatae (23), dinoflagelados (11) y otros (9). La distribución superficial presentó un núcleo de mayor biomasa en la parte central del área de estudio (Fig. 5A) y la distribución subsuperficial a 40m de profundidad también presentó un núcleo hacia el área central de mayor abundancia celular y otro núcleo hacia la parte noroeste (Fig. 5B). La mayor frecuencia de especies fue hacia el sur del área de estudio y la menor hacia el norte. La mayor abundancia celular se localizó en la capa superficial. Las principales especies de la componente superficial fueron *Rhizosolenia*

stolterfothii, *Thalassiosira subtile*s, *Pseudonitzschia delicatissima*, *P. longissima*, *Leptocylindrus danicus*; y en la componente subsuperficial fueron *T. subtilis*, *P. delicatissima*, *P. longissima*, *Coscinodiscus excentricus* (Fig. 6); entre los dinoflagelados la especie abundante fue *Gymnodinium sp.*, y entre otras especies la más abundante fue el ciliado *Messodinium rubrum* (Fig. 10).

La abundancia de algunas diatomeas centrales en la capa superficial como *R. stolterfothii* y en menor concentración *Chaetoceros affinis*, *C. curvisetus*, *C. dictyota*, *Hemiaulus sinensis*, *Lauderia borealis*, presentaron una preferencia por aguas superficiales y podría obedecer a un reciente proceso mezcla de masas de aguas cálidas e ingreso de masas de aguas frías de la Corriente de Humboldt debido a su ausencia hacia la capa de los 40m de profundidad. La frecuencia de algunas especies tanto en superficie y a los 40m nos darían sugerencias de adaptabilidad o que serían propias del ecosistema costero como *T. subtilis*, *P. delicatissima*, *P. longissima*, *T. frauenfeldii*, *C. excentricus*, *Gymnodinium sp.*, y *M. rubrum*. Algunas especies de diatomeas más abundantes tanto en superficie y a los 40m, presentaron un patrón de distribución diferente (Fig. 6).

Distribución de fitoplancton (cel/m³)

Se identificaron 152 especies fitoplanctónicas, predominando las diatomeas Centricae (69 especies), en menor proporción las diatomeas Pennatae (17), dinoflagelados (55) y otros (11). Con la metodología de arrastres con redes se incrementó la diversidad de especies principalmente para el grupo de los dinoflagelados, considerados como "Indicadores" de masas de aguas cálidas y oceánicas (Rojas-Mendiola, 1981; Pesantes, 1983; Avaria, 1993; Torres y Tapia, 1998).

La biomasa superficial presentó mayor densidad celular hacia la parte oceánica norte y sur (Fig. 7), con ligeros núcleos hacia la parte central del margen costero, compuesta principalmente por diatomeas centrales y pennales, las principales especies fueron *Rhizosolenia imbricata*, *T. subtilis*, *C. affinis*,

C. compressus, *L. danicus*, *P. alata*, *Bacteriastrum hyalinum*, *C. curvisetus*, *Dactiosolen mediterraneus*, *T. frauenfeldii*, *Pseudenotia doliolus*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *P. pungens* (Fig. 8A). La distribución de la mayor biomasa subsuperficial fue hacia el sudoeste con pequeños núcleos hacia la parte central del área de estudio (Fig. 7), las principales especies fueron *C. affinis*, *T. subtilis*, *R. imbricata*, *C. compressus*, *Dactiosolen mediterraneus*, *P. alata*, *C. curvisetus*, *R. hebetata*, *L. danicus* (Fig. 8B). Algunas especies se encontraron formando parches selectivos evidenciando masas de aguas oceánicas como *Pseudenotia doliolus* y *Asteromphalus senarius*.

Dinoflagelados (55u) como Indicadores de masas de aguas cálidas-oceánicas

La distribución superficial de dinoflagelados presentó un núcleo de mayor frecuencia y densidad hacia el sector noroeste (Est. 21) con dominancia de *Gonyaulax polyedrica*, *Protoperidinium crassipes*, *Dinophysis caudata* (Fig. 9A). En el análisis subsuperficial presentó una distribución diferente a la superficial, formando un núcleo de mayor densidad hacia el suroeste (Est. 3) compuesto por *Ceratium tripos*, *Goniodoma polyedrica*, *C. furca*, *C. declinatum* (Fig. 9B). La componente ambiental de estos dos núcleos presentó ligeras diferencias en temperatura (23.1-21.5°C); nitrato (1.21-2.04 ug.at/l) y silicato (1.96-5.39 ug.at/l).

El patrón de distribución superficial del grupo de dinoflagelados fue coincidente con la mayor densidad de diatomeas pennadas (*R. imbricata*, *P. doliolus*), asociación que evidenciaría un aporte de masas de agua cálido-oceánicas recientes que ingresan al mar ecuatoriano por el noroeste. En el patrón de distribución subsuperficial presentó una gran diferencia con el superficial, la mayor densidad fue hacia el sudoeste formando pequeños núcleos en la parte central del área de estudio; la mayor densidad (Est. 3) también fue coincidente con las diatomeas pennadas (*P. delicatissima* y *P. doliolus*), otro grupo de dinoflagelados fueron registrados sólo en esta estación como *Gonyaulax polyedra*, *Ceratium dens*, *C. macroceros*, *C.*

teres, *C. trichoceros* y *Pyrocystis lunula*; asociación de especies que nos indicarían avances de masas de aguas cálidas-oceánicas provenientes del Oeste y que podrían asociarse a masas de aguas cálidas que llegan hacia la costa desde el Oeste. Otros pequeños parches de dinoflagelados superficiales formados por grupos de especies de *Goniodoma polyedrica*, *Ceratium furca*, *C. candelabrum*, *C. dens*, *C. lunula* y *C. trichoceros*, especies que fueron coincidentes con el núcleo de dinoflagelados (0 a 50m). Otro grupo superficial formado por *Ceratium teres*, *C. declinatum*, *C. macroceros*, localizados hacia 2°Sur (Est. 6), donde se evidenció una baja densidad de diatomeas coincidente con temperatura 22.1°C; nitrato 2.86 ug.at/l; y silicato 4.41 ug.at/l. y fosfato de 0.38 ug.at/l.

Distribución de las principales especies relacionadas con la ocurrencia de posibles eventos de mareas rojas

Se encontraron altas densidades de *Messodinium rubrum*, y *Gymnodinium sp.*, formando pequeños núcleos hacia el sur y hacia el norte del área de estudio (Fig. 10), pero no se registraron discoloraciones o mareas rojas durante este crucero. *M. rubrum* es una especie que ha causado el mayor índice de ocurrencias de eventos de mareas rojas en la costa Ecuatoriana mientras que *Gymnodinium sp.* ha sido menos frecuente en estos eventos (Jiménez, 1979, 1989, 2001; y Torres, 2000).

Jiménez (2001), ha reportado varios blooms de ocurrencias mareas rojas por *M. rubrum* entre el 4-20 de Marzo/2000 a lo largo de la costa central del Ecuador con una alta diversidad de dinoflagelados tropicales; también reportó otro evento para el 30 de marzo (2 semanas de duración) causada por *Gymnodinium striatum* en el Golfo de Guayaquil y hacia la parte sur de Manabí; en julio/2000 también reportó otra marea roja por *M. rubrum* con bajas densidades de *G. catenatum*. En aguas peruanas (Ochoa y Gómez, 1981), también se reportan eventos de mareas rojas con estas especies y están asociadas al ecosistema aguas afloradas de la Corriente de Humboldt. La ocurrencia de estas dos especies en los eventos de mareas

rojas y los resultados del presente crucero serían especies típicas del ecosistema costero del Ecuador, que los pulsos de mareas rojas serían por factores locales como posición del Frente Ecuatorial, intensidad de vientos y dirección de la Corriente de Humboldt.

En las estaciones 21 y 6, se registraron gran diversidad de dinoflagelados con dos componentes diferentes; la primera asociada al mayor contenido de diatomeas pennadas y altas densidades de *G. polygramma*, *Dinophysis caudata* y *Protoperdinium Crassipes*; y la otra por una bloom de diatomeas centrales y dinoflagelados principalmente por varias especies de *Ceratium* (*C. declinatum*, *C. macroceros*, *C. teres*, *C. furca*) y *G. polyedrica*. Estos dinoflagelados también han presentado ocurrencias de mareas rojas en otras regiones y en gran parte son especies con contenido de toxicidad (GEOHAB 2001). Goodman y Eppley (1980), han reportado agrupamientos de fitoplancton, con dominancia de diatomeas en aguas ricas en nutrientes y dominancia de *G. polyedrica* con altas temperaturas y bajo contenido de pigmentos en la Corriente de California. Hayward et al., (1995), también mencionan una marea roja causada por *G. polyedrica* al sur de la Corriente de California desde enero-abril/1995 asociada a baja salinidad (32.8 ups), altos nutrientes y alto contenido clorofílico.

Pseudonitzschia es otro género de gran importancia en el grupo de las algas nocivas; sin embargo, en este estudio este género se presentó formando pequeños núcleos en la parte central y sur del área de estudio (Fig. 6). En el grupo de Cyanophytas (Cianobacterias), el género marino más común es *Oscillatoria* sp. (*Trichodesmium* sp.), en nuestros resultados se evidenció un solo parche con ligera frecuencia en la Est. 15; sin embargo, los recientes estudios de Cajas et al., (2000) reportaron altas concentraciones de cyanophytas en algunas zonas costeras y estuarios del Ecuador, causadas por el alto contenido de nutrientes en áreas cercanas a camaroneras, (Suéscum et. al., 2000); además, es un género en que algunas especies han presentado eventos de toxicidad

en otras regiones e incluso en estuarios y aguas continentales (GEOHAB,2001).

DISCUSIONES

Los valores de clorofila reportados para diciembre/2000, presentaron valores más altos a los registrados en el promedio de clorofila del 1989-1999 (INOCAR, 2001), posiblemente asociados al mayor aporte por la Corriente de Humboldt y/o a masas de aguas frías remanentes del reciente evento La Niña (INOCAR,2000). La distribución de clorofila presentó valores altos hacia el sur de 1°S y bajos hacia el norte evidenciando la presencia de un Frente Ecuatorial latitudinal (1°S); sin embargo, la distribución de temperatura superficial del mar no presentó un patrón típico con relación al mayor contenido clorofílico, evidenciándose valores más altos de clorofila hacia la costa de 25°C y frente a Esmeraldas hasta de 26.5°C; y los menores hacia la sección oceánica menor a 22°C. En el Golfo de Guayaquil presentó valores superficiales de clorofila bajos, posiblemente por el aporte de aguas oceánicas y cálidas y al pastoreo del zooplancton; pero sus valores se incrementaron en la capa subsuperficial (10-50m), condiciones ambientales que podrían estar incidiendo en el estuario interno del Golfo de Guayaquil. Fue sorprendente que el mayor contenido de clorofila (Est.6) fue hacia las 23:00 horas, coincidente con el máximo de nitrato (4.0 ug.at/l) y fosfato (0.9 ug.at/l) con relación a toda el área de estudio.

Miró et al., (1974), reportaron valores de clorofila altos entre 0.6 y 2.0 mg/m³ en toda el área sur y oeste de la costa ecuatoriana, y las aguas cálidas del norte y centro hasta el paralelo 2°S contienen poca clorofila <0.2 mg/m³. Jiménez y Pesantes (1978), presentan valores de clorofila entre 0.5-1.0 mg/m³ en el Golfo de Guayaquil y Frente a la Puntilla de Santa Elena; con valores <0.2 mg/m³ frente a Manta y Punta Pedernales y frente a Esmeraldas incrementan ligeramente (0.8 mg/m³) hacia los 30m de profundidad. Cucalón y Maridueña (1989), reportan que en febrero/marzo/1987 valores > 0.5 mg/m³. Maridueña (1992), reporta valores de clorofila entre 0.5-0.7 mg/m³ para abril/1992, sin embargo la variable térmica fue entre 28.5-

28.8°C asociada al evento EL Niño 1991-1992. Durante El Niño 97-98, Torres y Tapia (1998) reportan bajas concentraciones de clorofila en abril/97 ($<0.2 \text{ mg/m}^3$), en agosto/97 con valores altos hacia el Golfo (2.4 mg/m^3) y bajos hacia el norte. Lo enunciado por los autores antes mencionados, permiten establecer que en las 3 últimas décadas, los valores de clorofila presentan un rango ligeramente alto hacia el sur y bajo hacia el norte; pero durante eventos El Niño los valores de clorofila disminuyen ($<0.2 \text{ mg/m}^3$), pero estos procesos pueden variar por factores locales (vientos, topografía submarina, posición del Frente Ecuatorial).

Messodinium rubrum y *Gymnodinium* sp., son especies indicadoras de afloramiento relacionada con la Corriente de Humboldt y su distribución latitudinal en el área de estudio se encuentra formando núcleos hacia el norte y sur; en ambos niveles de profundidad presentó un patrón de distribución diferente, cuando disminuye en superficie incrementa a 40m (83°W). En la sección ecuatorial y 1°N, en ambos estratos presentó un patrón de distribución similar con un incremento hacia la parte costera. Al relacionar la distribución de las corrientes y la distribución de estas especies (Fig.10), presentaron una estrecha relación oceanográfica y su posible influencia en la formación de parches de mareas rojas en el margen costero registrados por Jiménez (2001); según la descripción realizada por Avaria (1976), la amplia distribución geográfica de *M. rubrum* puede ser separada en dos tipos principales: una extremadamente nerítica en el interior de las bahías formando mareas rojas; otra más oceánica invariablemente asociada con aguas afloradas.

La asociación de algunas especies de diatomeas y dinoflagelados que formaron pequeños núcleos o parches en diciembre 2000, también han sido registrados por otros investigadores en la costa ecuatoriana. Cucalón y Maridueña (1989), reportan pequeños parches de diatomeas en el Golfo de Guayaquil en febrero-marzo 1987 con (*R. styliformis*, *P. alata*, *Diplopelta asymetrica*, *Protoperidinium pedunculatum*, *Ceratium fusus*, *C. tripos*, *Goniodoma polyedricum* y *Blafarocysta splendor-maris*; y algas verde-

azules con *Trichodesmium*), típicos de aguas cálidas (25.5°C). Maridueña (1992), ha reportado para abril/1992 que la mayor diversidad de especies fue hacia el Golfo de Guayaquil, destacándose los géneros *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus* y *Chaetoceros*, con rangos de temperaturas entre 28.5-28.8°C asociada al evento EL Niño 1991-1992. Coello (1995), también reportó una alta diversidad de especies con núcleos de abundancia hacia el sector de la Isla de La Plata y Golfo de Guayaquil (Isla Puná) para noviembre 1995, las principales especies fueron *Rhizosolenia styliformis*, *Coscinodiscus marginatus*, *Cilindrotheca closterium*, *C. excentricus*, *Ceratium tripos*; *C. massiliense*; *Protoperidinium* sp., *Ceratium hexacanthum* y *C. porrectum*. Prado (1996) reportó una baja diversidad de especies (71 especies) con mayor concentración hacia el norte (0° y 81°W), las principales especies fueron *P. alata*, *R. styliformis*, *R. setigera*, *O. Steinii*, *C. tripos*, *P. brochii*, *C. massiliense* y numerosas especies de *Ceratium*; para septiembre/1995. Torres y Tapia (1998), reportaron que en condiciones Pre-El Niño 97-98 las principales especies fueron *P. sol* y algunas especies de *Rhizosolenia* entre las diatomeas; *C. tripos*, *C. declinatum*, *C. azoricum*, *C. trichoceros*, *C. pentagonum*, *C. furca*, *C. horrida*, *O. steinii*, *P. quarnerense*, *Pyrophacus steinii* en el grupo de dinoflagelados.

Goodman y Eppley (1980), también han reportado grupos de especies de fitoplancton y aún abundancia de especies individuales asociadas a las condiciones físicas y una distribución intuitiva de los requerimientos nutricionales.

CONCLUSIONES

La mayor productividad biológica (clorofila "a") se evidenció hacia el sur de 1°S del área de estudio, evidenciando dos núcleos hacia la parte oceánica y en la parte costera hacia las cercanías de la isla la Plata y Península de Santa Elena. Los feopigmentos también presentaron un patrón de distribución similar de clorofila "a". La mayor concentración subsuperficial de clorofila fue hacia los 2-3°S, mientras que hacia el norte disminuyó y se

profundizó ligeramente.

Los análisis de la biomasa cuantitativa (Uthermohl) y semi-cuantitativa (Red de 55u), evidenciaron que las diatomeas Centricae fueron las más frecuentes y dominantes en toda el área de estudio; las diatomeas Pennatae fueron menos frecuentes y su diversidad ligeramente incrementa con el método de Uthermohl; los dinoflagelados presentaron mayor diversidad de especies con el método semi-cuantitativo. Con relación a las especies más abundantes con estos dos métodos también evidenciaron grandes diferencias tanto para diatomeas como dinoflagelados.

Las diatomeas fueron los principales componentes de los núcleos del fitoplancton, presentaron diferentes posiciones geográficas, evidenciándose algunas estrategias ambientales que podrían ser discutidas con la distribución de nutrientes y otros niveles tróficos consumidores, factores principales para el desarrollo del fitoplancton.

Altas densidades de *Messodinium* y *Gymnodinium*, han sido asociadas a la distribución de las principales corrientes oceánicas que influyeron hacia el margen costero y que los pulsos de mareas rojas probablemente serían condiciones locales como posición del Frente Ecuatorial, intensidad de vientos y dirección de la Corriente de Humboldt cuando ingresa a nuestras costas aportando con nutrientes. Lo que ha permitido establecer la importancia de los procesos físicos en áreas costeras y la necesidad de realizar monitoreos en áreas estuarinas o bahías y su relación con las posibles especies nocivas del fitoplancton.

Los resultados superficiales y verticales de algunos indicadores del fitoplancton de condiciones cálidas (dinoflagelados), presentaron una fuerte diferenciación en su distribución, probablemente por influencia de dos componentes principales como aguas cálidas del norte con *Gonyaulax polygramma* asociada a *P. crassipes* y *C. tripos*; y otra a nivel subsuperficial (50m) con mayor frecuencia de *C. tripos* y *G. polyedrica*, indicarían masas de aguas cálido-oceánicas del oeste. Estas asociaciones comunitarias

del fitoplancton estarían evidenciando condiciones típicas para la época húmeda registrada en el presente crucero.

Estos resultados permiten establecer la necesidad de realizar monitoreos en áreas estuarinas y la región Insular de Galápagos, donde se han presentado eventos de mareas rojas que en muy pocos casos se han asociado a mortalidades de peces.

AGRADECIMIENTO

Un principal agradecimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por realizar investigaciones en el mar ecuatoriano con el B/I ORION y por la presente publicación. Al Dr. Roberto Jiménez por su corrección y sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- Avaria S., 1976. Marea roja en la costa central de Chile. *Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile* 16(1): 95-111p.
- Avaria, S., 1993. *Indicadores Biológicos de El Niño. Curso Taller Internacional sobre "Indicadores Biológicos del Fenómeno El Niño en el Pacífico Sudeste". Informe Final. Cali, Colombia, Marzo, 1993.*
- Cajas L., Prado M., Coello D., y J. Cajas, 2000. *Fitoplancton y mesozooplancton en piscinas camaroneras en la costa ecuatoriana durante el evento del síndrome de la mancha blanca. Boletín Especial " Situación de la Problemática por la presencia del virus "Mancha Blanca (WSSV)" en el cultivo del camarón en el Litoral Ecuatoriano durante 1999", F. Ormaza Ed., INP. Pp. 57-85.*
- Coello D., 1995. *Distribución del fitoplancton frente a la costa ecuatoriana durante noviembre de 1995. Boletín Científico y Técnico, INP (Ecuador), XIV (2): 60-68p.*
- Cucalón, E., y L. Maridueña., 1989. *El Fenómeno El Niño de 1987, y sus efectos en las pesquerías pelágicas ecuatorianas. In Simposio Internacional sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el Pacífico Sudeste, Viña del*

Mar, Chile, 9/13 Mayo, 1988. CPPS.

Goodman D and R.Eppley. 1980. Statistical association of physical and biological variables in a 21 week record in the southern California Bight. Coastal Upwelling Abstracts. IN IDOE International Symposium on Coastal Upwelling, Convened by Christopher N. Mooers and Theodore T. Packard, University of Southern California Febrero- 4-8, 1980.

Hayward T., D. Cayan, P. Franks, R. Lynn, A. Mantyla, J. McGowan, P. Smith, F. Schwing and E. Venrick, 1995. The state of the California Current in 1994-1995: A period of transition. CalCOFI Rep., 36: 5 - 18p.

INOCAR, 2000. Informe Científico del Crucero Oceanográfico CO-03-00 de noviembre 27 a diciembre 06 del 2000. Informes de Cruceros.

INOCAR., 2001. Atlas Oceanográfico Interactivo. Instituto Oceanográfico de la Armada, www.inocar.mil.ec.

Jiménez R. y F. Pesantes, 1978. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Publi. Inst. Ocean. de la Armada. 2(1): 30 pp.

Jiménez R., 1979. Mareas rojas recientes en aguas ecuatorianas. Bol. ERFEN 3, (3-4) 11-15p.

Jiménez R., 1989. Red Tide and Shrimp Activity in Ecuador. In A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador. Technical Report Series TR-E-6, Edited by S. Olsen and L. Arriaga., pp 179-184.

Jiménez R., 2001. Red Tides in Ecuador during La Niña 2000. Newsletter Harmful Algae Bloom # 41.

Miró M., Jiménez R., Gualancañay E., y M. Luzuriaga, 1974. Producción Primaria y pigmentos fotosintéticos del fitoplancton marino del Ecuador. Bol. Inst. Ocean. De la Armada CM-BIO-1/74, Guayaquil, Ecuador.

Maridueña A., 1992. Aspectos generales de la distribución superficial del fitoplancton y clorofila "a" en aguas ecuatorianas durante abril de 1992. Expuesto en el Taller

Internacional sobre "Indicadores Biológicos del Fenómeno El Niño en el Pacífico Sudeste". Cali, Colombia, Marzo, 1993.

Marshall L., Bonaventura J., Mitchell T., Prospero J., Sherman B., Shinn E., Dolah F., and Richard Barber, 2000. How are climate and emerging marine diseases functionally linked?.-Environmental Protection Agency.

Ochoa N., y O. Gómez, 1981. Variaciones del Fitoplancton en el área de Chimbote durante 1977. Boletín volumen extraordinario. Instituto del Mar de Peru. Investigación Cooperativa de la Anchoveta y su Ecosistema, pp. 119-129.

Okuda T., Valencia M., y R. Suéscum de Trejos., 1983. Nutrientes de las aguas superficiales y subsuperficiales en el área frente al Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico INOCAR, Ecuador, 2(1): 31-51.

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

Prado M., 1996. Composición del Fitoplancton frente a la Costa Ecuatoriana durante septiembre 1995. Boletín Científico y Técnico, INP, 14(1): 44-51p.

Rojas-Mendiola, B., 1981. Los dinoflagelados como Indicadores Biológicos de masas de agua del Fenómeno El Niño 1972. En Memorias del Seminario sobre indicadores Biológicos del Plancton, UNESCO., pp. 54/73.

Subba. D., 1976. Marine Plankton Diatoms as indicators of Ocean Circulation in the Bay of Bengal. Botánica Maina. XIX:183.187.

Suéscum R., Moncayo D., Maridueña A., y T. Estrella, 2000. Control de las condiciones físicas y químicas de las aguas de piscinas camaroneras localizadas en el Ecuador, asociadas al virus de la mancha blanca en junio-octubre de 1999. Boletín Especial " Situación de la Problemática por la presencia del virus "Mancha Blanca (WSSV)" en el cultivo del camarón en el Litoral Ecuatoriano durante 1999", F. Ormaza Ed., INP. Pp. 86-134.

Torres G., y M. Tapia, 1998. *Indicadores Biológicos del Primer Nivel Trófico en la costa ecuatoriana y su influencia en las pesquerías, durante El Niño 1997-98. Trabajo presentado en el Seminario Internacional "El Fenómeno El Niño 1997-1998: Evaluación y Proyecciones", 9/12 noviembre de 1998, Guayaquil.*

Tutasi P., Arteaga K., y R. Jiménez, 2002. *Antecedentes históricos de las condiciones Oceanográficas conocidas como La Niña. I Congreso de Ecología y Ambiente. Universidad San Francisco, Octubre-Quito 2002.*

Zambrano E., 1996. *El Niño. Acta Oceanográfica del Pacífico INOCAR, Ecuador, 2(1): 31-51p.*

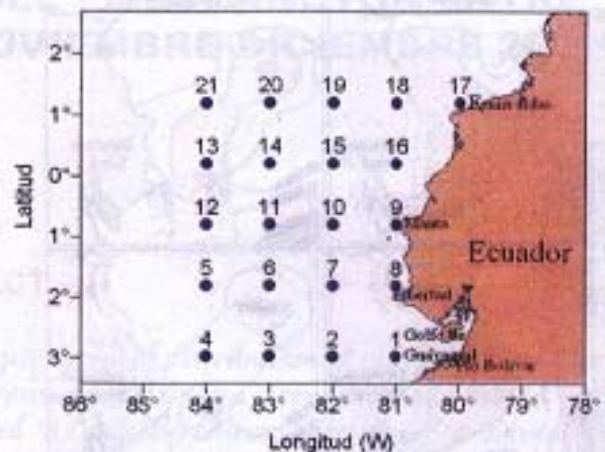


Figura 1. Ubicación de las estaciones durante el Crucero Oceanográfico CO300 en diciembre 2000

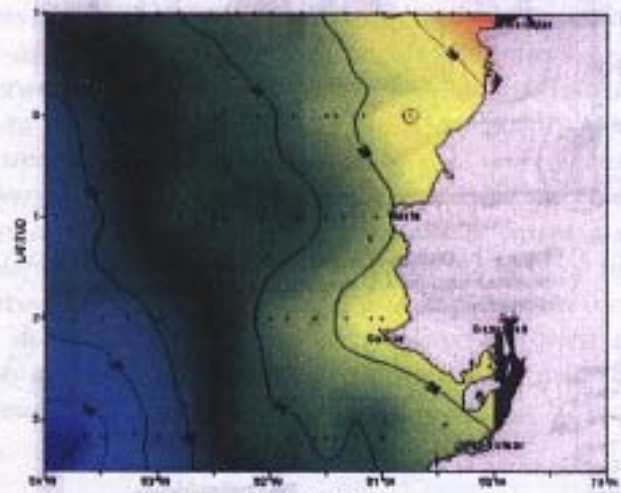


Figura 2. Distribución superficial de temperatura (°C).

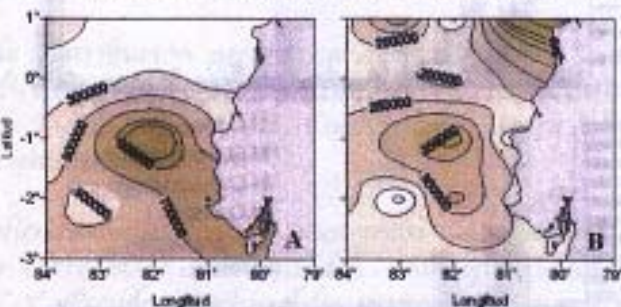


Figura 5. Distribución de la biomasa fitoplanctónica (Cell/l), a nivel superficial (A) y subsuperficial de 40m (B), en diciembre/2000.

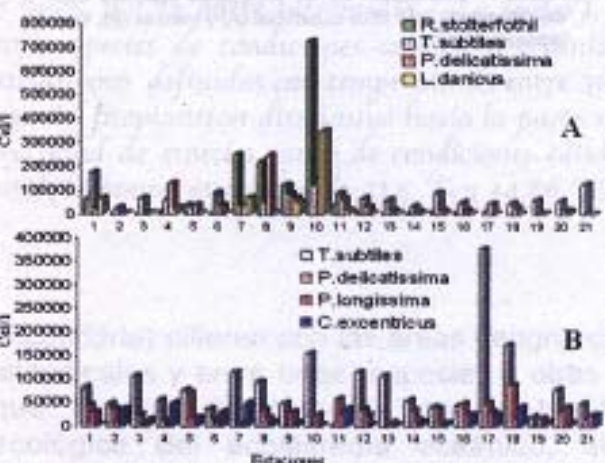


Figura 6.- Distribución de las principales especies del fitoplancton superficial (A) y subsuperficial (B), en

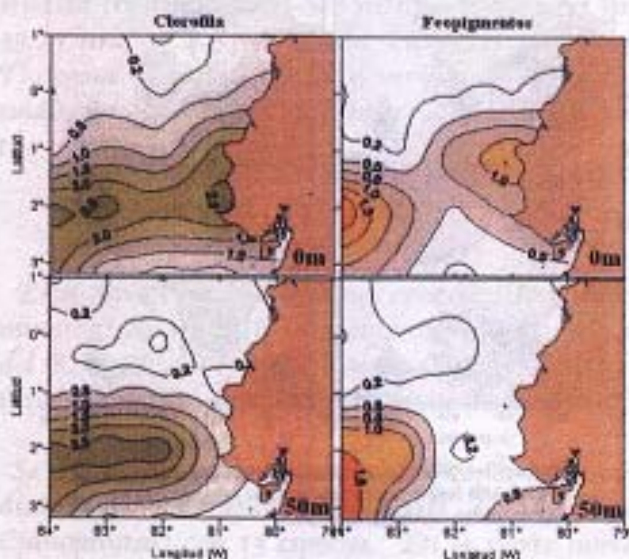


Figura 3. Distribución superficial y subsuperficial (50m) de Clorofila "a" y Feopigmentos (mg/m³).

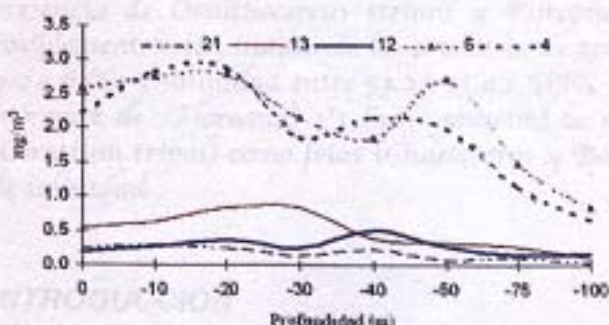


Figura 4. Distribución subsuperficial de Clorofila "a" en las estaciones más oceánicas (84°W).

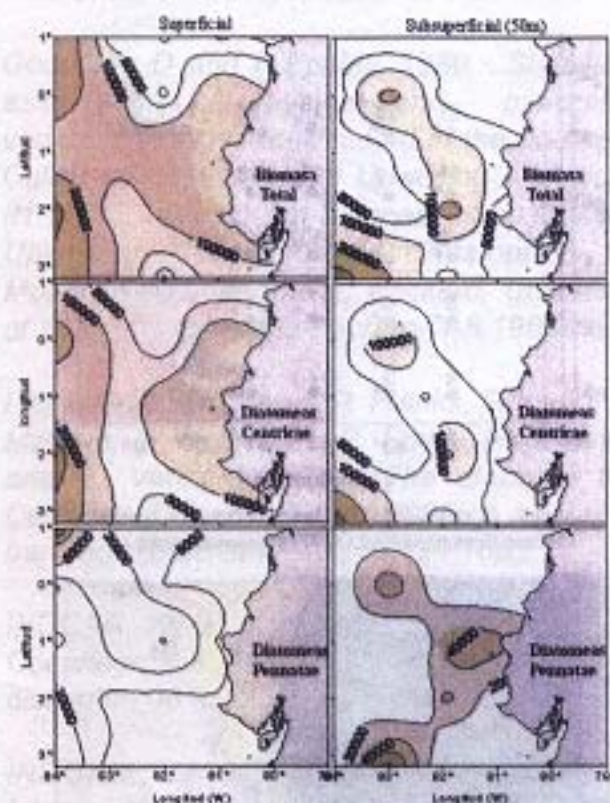


Figura 7. Distribución del fitoplancton (cel/m³) y la biomasa total para Diatomeas Centricae y Pennatae en diciembre/2000.

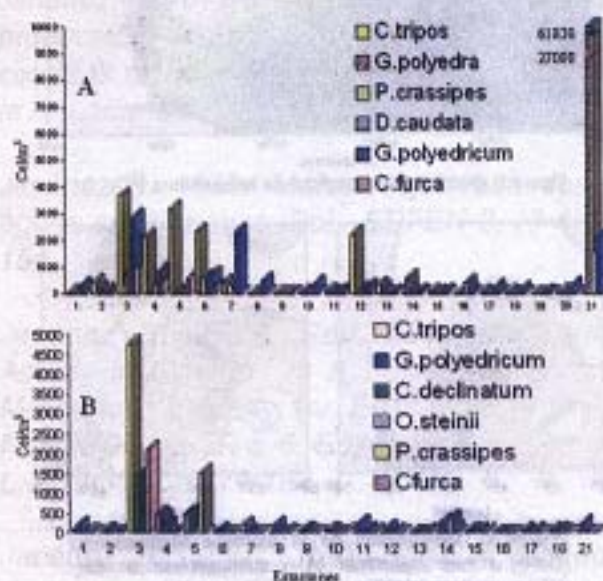


Figura 9.- Distribución de las principales especies de dinoflagelados (red 55u) superficial (A) y vertical (B), en diciembre/2000.

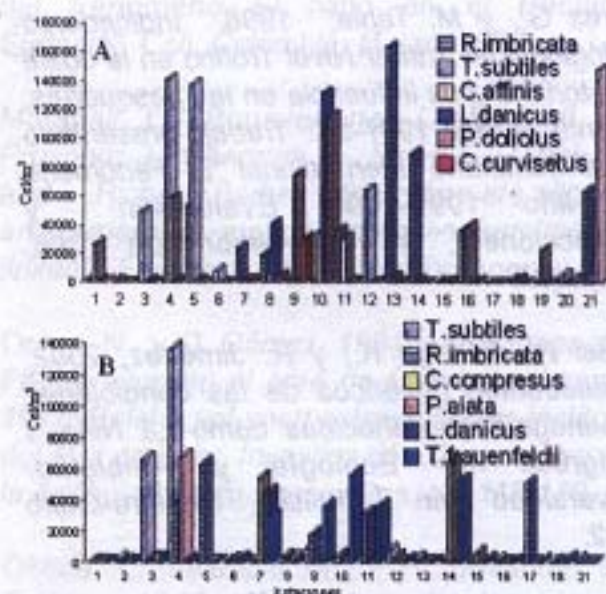


Figura 8.- Distribución de las principales especies de diatomeas (red 55u) superficial (A) y vertical (B), en diciembre/2000.

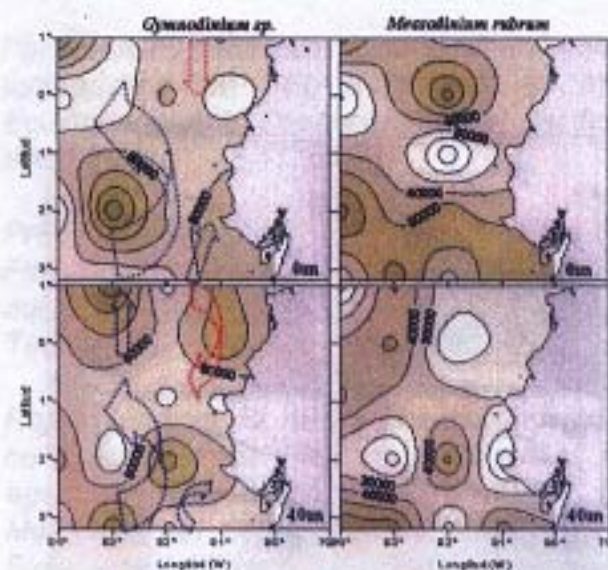


Figura 10. Distribución (0m-40m) de *Gymnodinium* sp. y *M. rubrum* (cel/l) y su relación con a la circulación de las corrientes en diciembre/2000.