

## IMPORTANCIA ECOLÓGICA DEL FITOPLANCTON DURANTE EL NIÑO 1991-1993, EN EL PACÍFICO ECUATORIAL (Ecuador)<sup>1</sup>

Por:  
Gladys Torres Ch.

### Abstract

Thirty one surface and twenty four sub-surface (50 m) oceanographic stations were analyzed during three cruises: December 1991, March 1992 and March 1993. During this period a strong "El Niño" 1991-92 event appeared. The physical conditions during the development of "El Niño 91-92" event did not present a defined pattern during the three cruises, showing particular characteristics for each studied region of the Equatorial East Pacific Ocean. Evidence that the phytoplankton decreased drastically in December 1991 was found approximately three months before the high temperatures of March 1992. However, the biological productivity in March 1992 increased, probably due to the development of an intense sub-surface upwelling. Later in March 1993, the anomalous "El Niño" conditions prevailed, with the higher chlorophyll layer deepened to approximately 40m, specially, in the south west of the studied area. The main species with high cell density in the three cruises were *B. splendor-maris*, *P. sol*, *G. polyedricum*, *C. tripos*, *R. alata*, *R. hebetata*. These species showed variability in their distribution, presenting nucleus of associated Diatoms and Dinoflagellates. These environment conditions allowed us to establish the existence of inter-specific components between generalist species (diatoms) and specialist species (dinoflagellates); both groups were eurihermic species during "El Niño 1991-93".

### Resumen

Se analizaron un total de 31 estaciones superficiales y 24 verticales, comprendidas en tres cruceros oceanográficos: diciembre 1991, marzo 1992 y marzo 1993, período en que se presentó El Niño 1991-1992. Las condiciones físicas durante el desarrollo del evento EL Niño 1991-92, no siguieron un patrón definido, presentado características particulares para esta región del Océano Pacífico Sur. Se evidenció que el fitoplancton disminuyó drásticamente en diciembre 1991 con aproximadamente 3 meses de anticipación antes de evidenciarse las mayores anomalías térmicas en marzo 1992. Sin embargo, la productividad biológica en marzo 1992 se incrementó, posiblemente por el desarrollo de un intenso afloramiento subsuperficial. Posteriormente en marzo 1993, las condiciones de El Niño prevalecieron especialmente hacia el sudoeste del área de estudio. Las principales especies con mayor densidad celular en los tres cruceros fueron *B. splendor-maris*, *P. sol*, *G. polyedricum*, *C. tripos*, *P. alata*, *R. hebetata*. Estas especies presentaron una distribución variable en la densidad celular, formando ciertos núcleos asociados de diatomeas y dinoflagelados. Estas condiciones ambientales permiten establecer la existencia de competencias inter-específicas entre especies generalistas (diatomeas) y especies especialistas (dinoflagelados); en ambos casos fueron especies euri térmicas durante "El Niño".

<sup>1</sup> Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, P.O.BOX. 5940, Base Naval Sur-Via Pto Marítimo, E-Mail gtorres@inocar.mil.ec. Esta información es un complemento de Tesis doctoral. Universidad. de Guayaquil.

## INTRODUCCIÓN

El fitoplancton está constituido por algas microscópicas autotróficas, forman parte de los organismos del primer nivel de la cadena alimenticia en el mar, y su contenido clorofílico y diversidad de especies caracterizan la salud de la biota marina e indicadores de las corrientes marinas estacionales del Ecuador. Hasle (1959), ha considerado al Océano Pacífico Tropical como un resorte frente a complicadas variables ambientales (divergencias, convergencias, afloramientos, frentes y zonas de mezclas), con una radiación más constante en la región Ecuatorial y aguas oligotróficas durante El Niño (Barber *et al.*, 1983).

Estas microalgas viven en la zona fótica, están sujetas a la acción de procesos fisico-bioquímicos, difusión, advección, y pastoreo, que complican la interpretación ecológica de sus resultados (Eppley, 1972). La temperatura, salinidad y luz solar son factores importantes en la tasa de crecimiento y reproducción, la temperatura afecta su viscosidad y densidad del agua dificultando su flotabilidad, con la salinidad tiene un efecto inverso (King, 1966); la densidad del plancton es mayor que la densidad del agua de mar, factor que le permite undirse, de tal manera que la propiedad hidrodinámica de los ambientes acuáticos juega un rol fundamental en la ecología del plancton (Estrada y Berdalet, 1997).

La energía química (nutrientes) del medio acuático, es utilizada por el fitoplancton para elaborar el material orgánico mediante la ayuda de la energía solar (Russel-Hunter, 1970; Man y Lazier, 1991). En el Océano abierto, cerca del 90% de esta regeneración ocurre en las capas superficiales a la luz del sol (< 100m), y el fitoplancton pelágico es responsable del 95% del total de "Productividad Primaria" (Chisholm y Morel, 1991).

El objetivo del estudio fue determinar su importancia ecológica y diversidad de los principales grupos del fitoplancton durante el El Niño 1991-1992, en tres cruceros realizados en la época cálida-húmeda del ecosistema del Pacífico Ecuatorial (1991, 1992 y 1993).

## MATERIALES Y METODOS

### Area de Estudio

El área de estudio es el sistema del océano del Pacífico Tropical Ecuatorial, influenciado por las condiciones océano – atmosféricas locales y extra-regionales, durante el cual se desarrolló el proceso del Evento El Niño. La información fué colectada en tres Cruceros Oceanográficos a bordo del B/I ORION del Instituto Oceanográfico de la Armada, realizados en diciembre 1991, marzo 1992 y marzo 1993, comprendidas en tres transectas meridionales 92° W (oeste de Galápagos), 87°W (oceánico) y 83°W (costero) del mar Ecuatoriano (Fig. 1).

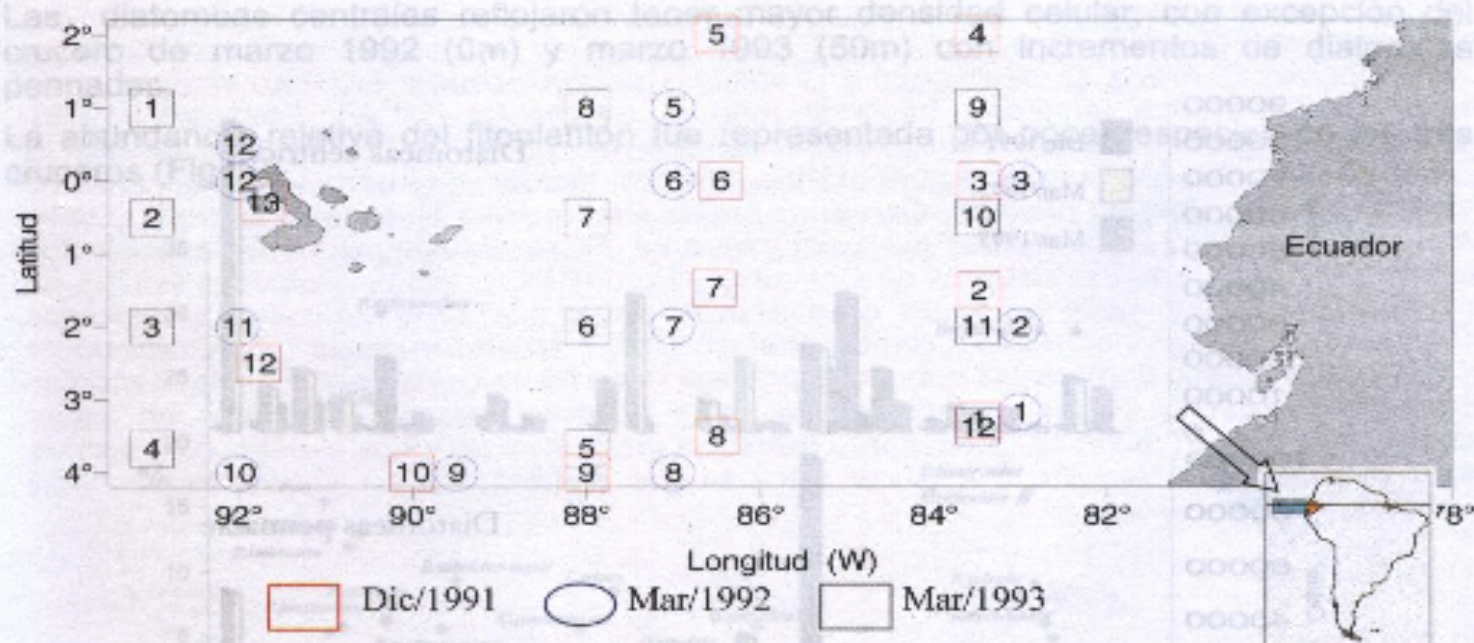


Figura 1.- Ubicación geográfica de las estaciones correspondientes a tres cruces Oceanográficos, Diciembre/1991 (CO-4-91), Marzo/1992 (CO-1-92) y Marzo/1993 (CO-1-93).

## Procedimientos

La colección del fitoplancton fue obtenida mediante arrastres superficiales y verticales (desde 50-0m) con red cónica simple de 55u, fijadas con formol neutralizado al 3%, la estimación celular ( $\text{cel}/\text{m}^3$ ) fue obtenida por el método de Semina (1978); la taxonomía referencial de Jiménez (1983); Pesantes, (1983); Zambrano, (1983), Taylor (1976) y Balech (1988). La frecuencia relativa fue obtenida independientemente para diatomeas, dinoflagelados y otros (tintinidos y silicoflagelados), debido a que su presencia y asociación con el fitoplancton es de gran importancia para la interpretación ecológica. La riqueza de especies de la comunidad del fitoplancton fue calculada con el Índice de diversidad de Margalef y de Shannon y Weaver. Los datos de salinidad y temperatura (0-50m) superficial fueron obtenidos en un CTD. Las muestras para nutrientes (0-50m), fueron colectadas con botellas Niskin y analizadas con la metodología de Strickland y Parsons (1972); los respectivos mapas de distribución de la biomasa para especies dominantes y de las variables ecológicas fueron publicadas en Torres (2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición del fitoplancton en los tres cruces

En los tres cruces se registraron un total de 221 especies, con un promedio para diciembre/1991 de 132 especies, para marzo/1992 con 127 especies y para marzo/1993 con 108 especies. Las diatomeas centricae, fueron ligeramente dominantes en los tres cruces, seguido por las diatomeas pennatae, dinoflagelados y otros principalmente tintinidos (Fig. 2); condición que parece ser alterada sólo en algunas estaciones, evidenciado algunos núcleos donde dominaron las diatomeas pennatae, otros núcleos donde dominan solo dinoflagelados. La relación de sucesión de especies, podría admitirse entre los datos de diciembre 1991 y marzo 1992, en la cual existe una gran diferencia de especies dominantes.

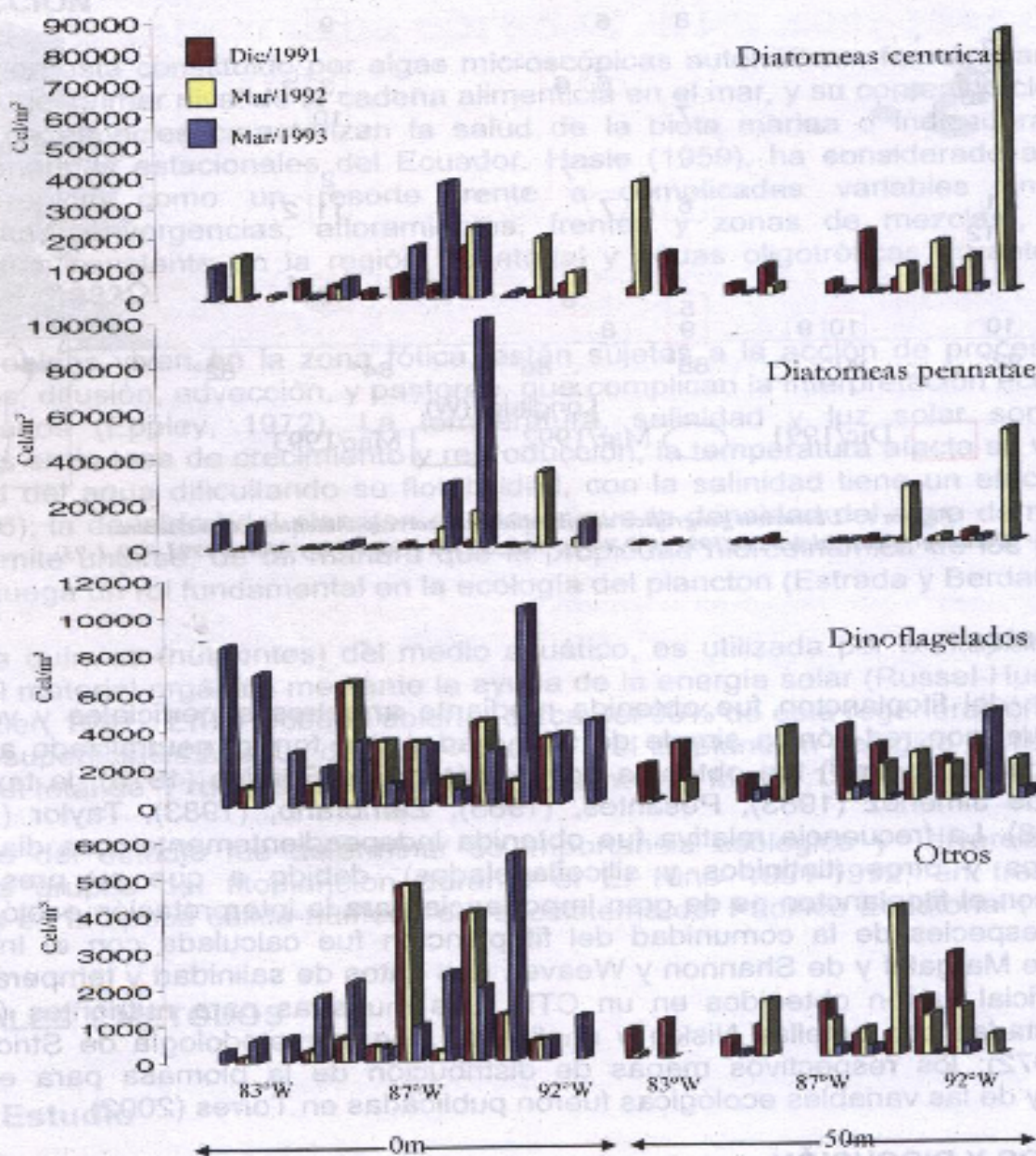


Figura 2.- Densidades (cel/m<sup>3</sup>) de los principales grupos del fitoplancton; las estaciones están agrupadas en las secciones (83°W, 87°W, 92°W), durante diciembre 1991, marzo 1992-93.

La comunidad del fitoplancton superficial, presentó gran variabilidad en su composición y distribución de especies, principalmente hacia la parte oceánica (87°W) y Galápagos (92°W) y disminuye ligeramente hacia los 83°5W. Sin embargo, subsuperficialmente se evidenciaron ligeros cambios de abundancia en los tres periodos de investigaciones, la mayor densidad se observó hacia el oeste de Galápagos para diciembre 1991 y marzo 1992, mientras que en marzo 1993 su abundancia fue hacia la sección 83°W. (Fig. 2-50m).

Las diatomeas centrales reflejaron tener mayor densidad celular, con excepción del crucero de marzo 1992 (0m) y marzo 1993 (50m) con incrementos de diatomeas pennadas.

La abundancia relativa del fitoplancton fue representada por pocas especies en los tres cruceros (Fig. 3).

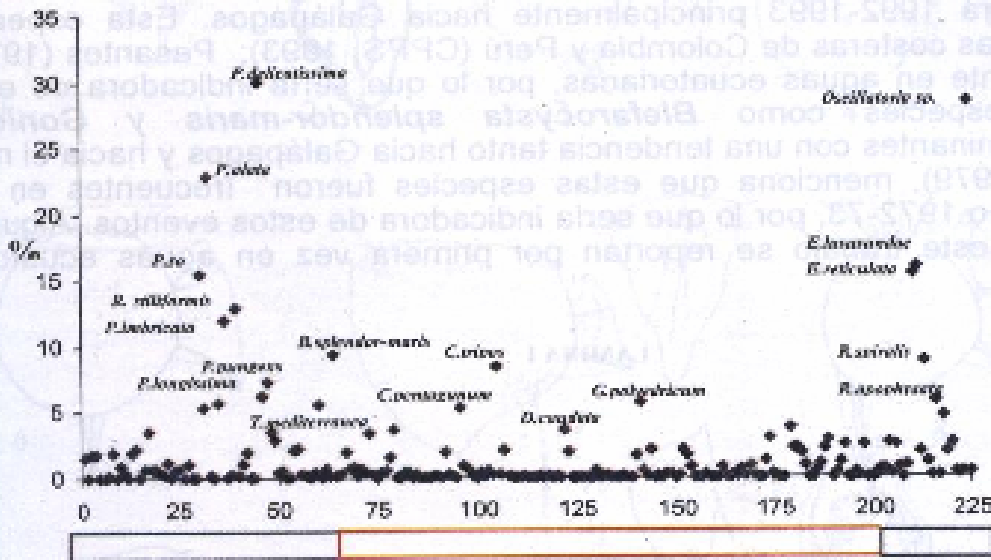


Figura.3.- Abundancia relativa de las principales especies del fitoplancton correspondiente a tres cruceros.

El género *Rhizosolenia* presentó mayor estabilidad ecológica con dominancia de algunas especies. *Pseudenotia doliolus*, *R. acuminata*, presentaron mayor densidad celular en diciembre/1991 serían indicadoras de eventos Pre El Niño. *R. styliformis*: fue abundante en marzo 1992, sería indicadora de El Niño en proceso. *P. delicatissima* fue abundante en marzo 1992 y 1993 con mayor preferencia hacia Galápagos y hacia el noroeste del área de estudio. Durante El Niño 1997-98 también se registró la abundancia de *P. Sol*, *Rhizosolenia (hebetata, imbricata, alata, styliformis y stouterfothii)*, *Eucampia zoodiacus* y *Streptotelea tamensis* (Torres y Tapia, 1998).

El segundo grupo representativo fueron los dinoflagelados, con mayor diversidad representada por pocos individuos (Fig. 4).

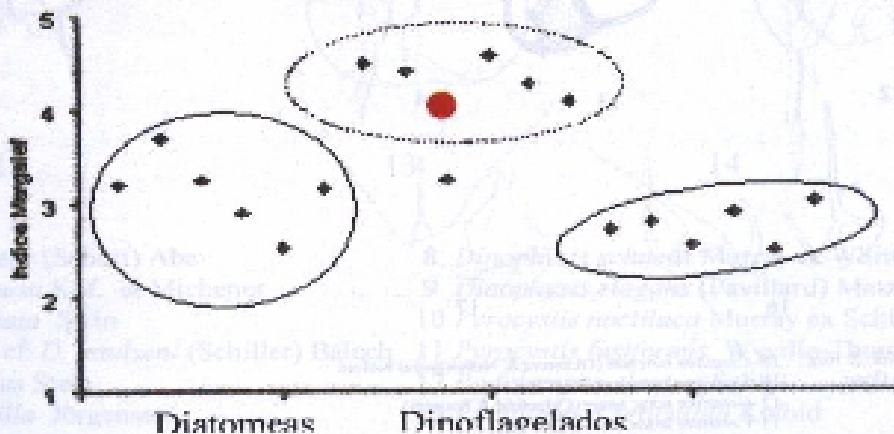
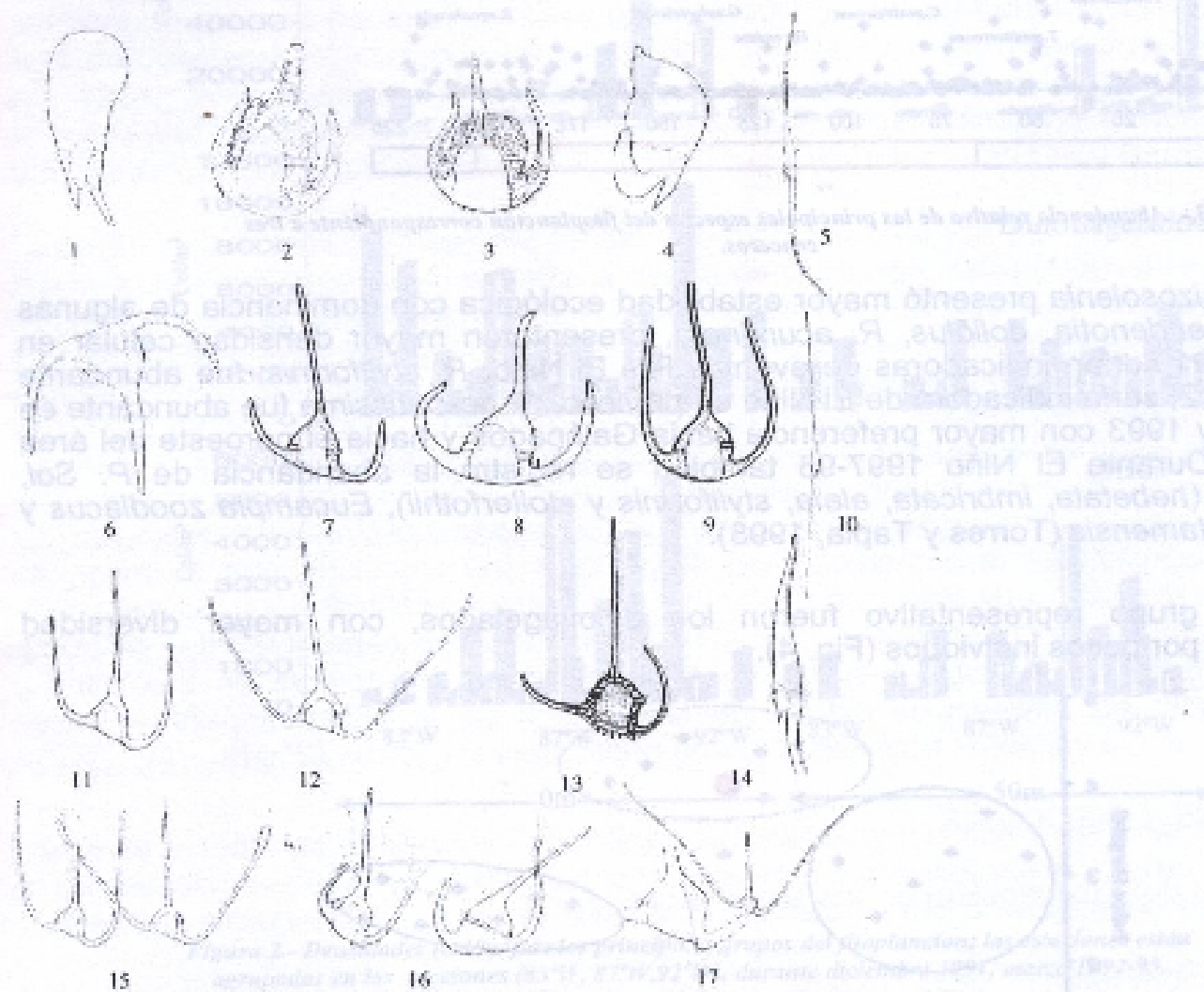


Figura.4.- Índice de Margalef del fitoplancton promediado para los tres cruceros, obtenido para el grupo de diatomeas, dinoflagelados y otros. El punto redondo es el promedio obtenido de los datos de Pesantes (1979).

*Ceratium* fue el género con mayor número de especies (total 48), sólo 9 fueron más representativas: *C. tripos*, *C. massiliense*, *C. pentagonum* var *tenerum*, *C. deflexum*, *C. furca*, *C. trichoceros*, *C. breve*, *C. declinatum* y *C. fusus*. ***Ceratium tripos***: fue más abundante en marzo 1992 con una tendencia hacia el margen continental (82°W); Pesantes (1979), menciona que fue dominante en aguas ecuatorianas para EL Niño 1972-73 y 1982-82; Torres y Tapia (1998), también la reporta para el Niño 1997-98, lo cual se lo podría considerar como indicadora de EL Niño en proceso. ***Ceratium breve***: Se presentó en toda el área de estudio pero con >densidad para 1992-1993 principalmente hacia Galápagos. Esta especie fue reportada tanto para aguas costeras de Colombia y Perú (CPPS, 1993); Pesantes (1979), no la reportó como dominante en aguas ecuatorianas, por lo que sería indicadora de eventos más fuertes. Otras especies como ***Blefarocysta splendor-maris*** y ***Goniodoma polyedricum***: fueron dominantes con una tendencia tanto hacia Galápagos y hacia el margen continental; Pesantes (1979), menciona que estas especies fueron frecuentes en aguas ecuatorianas para EL Niño 1972-73, por lo que sería indicadora de estos eventos. Algunas de estas especies durante este trabajo se reportan por primera vez en aguas ecuatorianas (Laminas 1,2,3).

Ecología del Fitoplancton.

LAMINA I

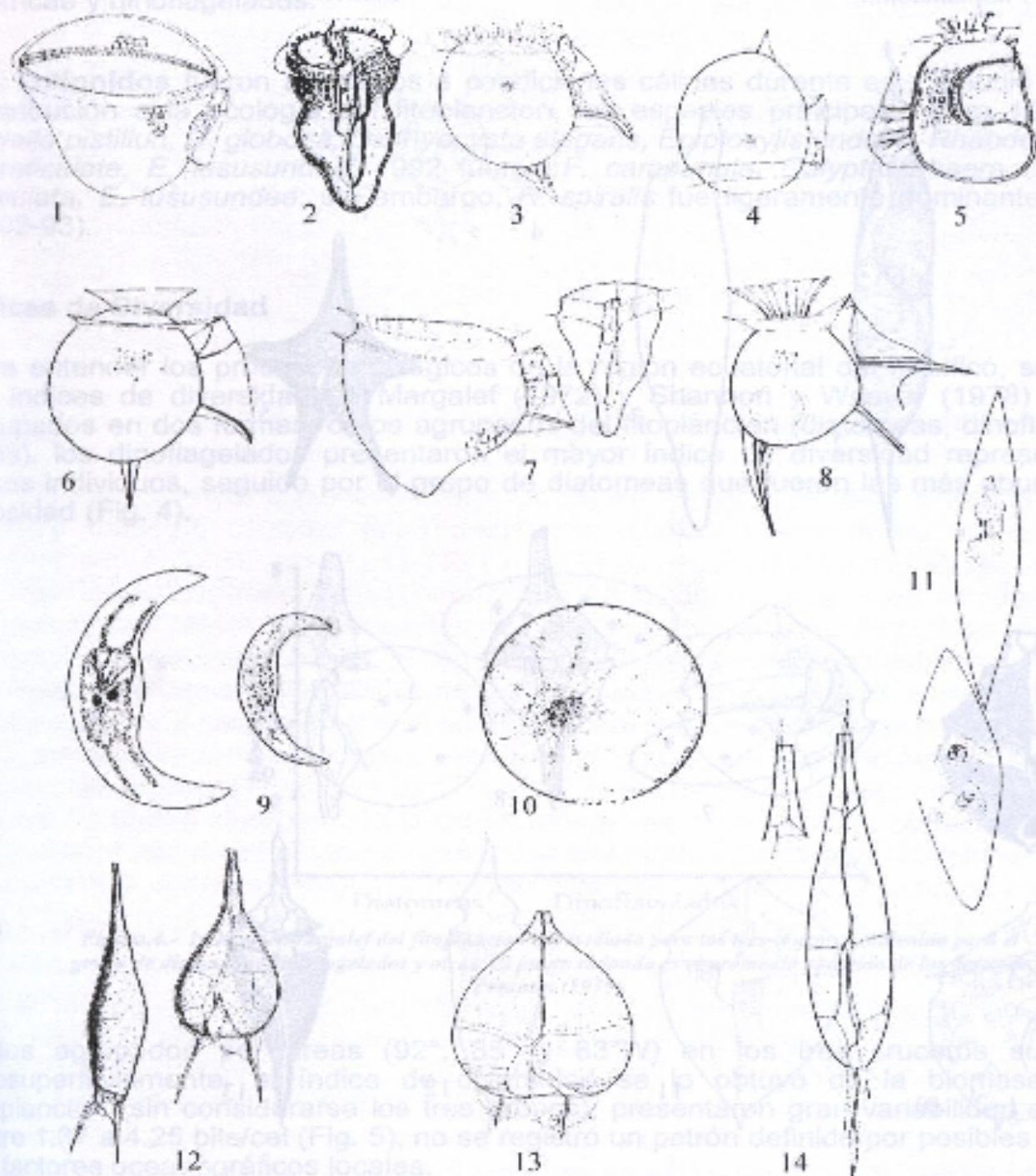


- |  |  |
|--|--|
| 1 <i>Ceratium prolixum</i> (Lam.) Kof. & Jørg          | 11 <i>Ceratium strictum</i> (Okamoto & Nishikawa) Kofoid |
| 2 <i>Ceratium basale</i> (Guan. Pouch) Guan            | 12 <i>Ceratium bursatum</i> (Cleve) Guan                 |
| 3 <i>Ceratium pentagonum</i> Cleve                     | 13 <i>Ceratium urce</i> (Nitzsch) (Okamoto & Smith)      |
| 4 <i>Ceratium diploides</i> Schum                      | 14 <i>Ceratium bursatum</i> (Cleve)                      |
| 5 <i>Ceratium rufum</i> (Kof.) Jørg                    | 15 <i>Ceratium bursatum</i> (Cleve) (Kofoid) Jørgensen   |
| 6 <i>Ceratium bursatum</i> Pavillard                   | 16 <i>Ceratium tripos</i> (Lam.) (Bolton)                |
| 7 <i>Ceratium tripos</i> var. <i>robustum</i> (Bolton) | 17 <i>Ceratium pentagonum</i> Jørgensen                  |
| 8 <i>Ceratium urceum</i> Cleve                         |  |
| 9 <i>Ceratium prolixum</i> Pavillard                   |  |

Dibujos escaneados desde los textos de Balech (1998) Y Taylor (1976)

Ecología del Fitoplancton...

LAMINA 2

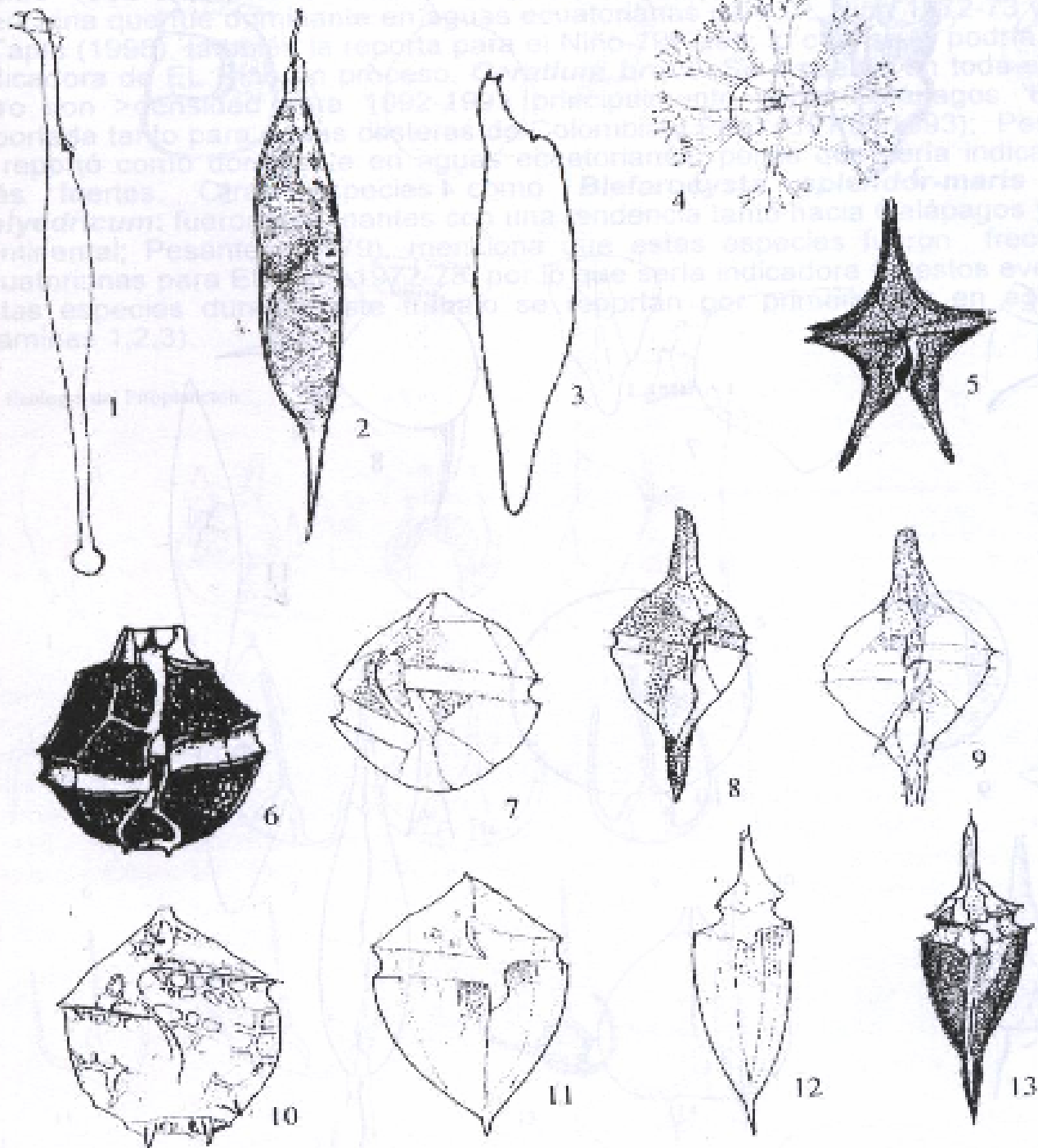


- |  |   |
|--|---|
| 1 <i>Dinophysis cuneus</i> (Schütt) Abe                          | 8 <i>Dinophysis schuetti</i> Murray & Whitting      |
| 2 <i>Dinophysis expansa</i> Kof. et Michener                     | 9 <i>Dinophysis elegans</i> (Pavillard) Matzenahuer |
| 3 <i>Dinophysis hastata</i> Stein                                | 10 <i>Pyrocystis noctiluca</i> Murray ex Schütt     |
| 4 <i>Dinophysis</i> sp. cf. <i>D. paulseni</i> (Schiller) Balech | 11 <i>Pyrocystis fusiformis</i> Wyville-Thomson     |
| 5 <i>Citharistes regius</i> Stein                                | 12 <i>Podolampas elegans</i> Schütt                 |
| 6 <i>Dinophysis pusilla</i> Jörgensen                            | 13 <i>Podolampas reticulata</i> Kofoid              |
| 7 <i>Dinophysis mitra</i> Schütt                                 | 14 <i>Podolampas spinifer</i> Okamura               |

Dibujos escaneados desde los textos de Balech (1998) Y Taylor (1976)

Ecología del Fitoplancton...

LAMINA 3



- |   |  |
|---|--|
| 1 <i>Amphisolenia globifera</i> Stein     | 8 <i>Gonyaulax birrowii</i> Stein                  |
| 2 <i>Pronoctiluca rastrata</i> sp. n. St. | 9 <i>Gonyaulax jolliffei</i> Murray y Whitting     |
| 3 <i>Prorocentrum rostratum</i> Balech    | 10 <i>Heterodinium milneri</i> (Murray & Whitting) |
| 4 <i>Cladophysis brachiolata</i> Stein    | 11 <i>Corythodinium frenguelli</i> (Rampi)         |
| 5 <i>Protoperidinium elegans</i> Cleve    | 12 <i>Oxytoxum sceptrum</i> (Stein)                |
| 6 <i>Gonyaulax areolata</i> Kof. et Mich. | 13 <i>Oxytoxum subulatum</i> Kofoid                |
| 7 <i>Gonyaulax</i> sp. A Balech           |  |

Dibujos escaneados desde los textos de Balech (1998) Y Taylor (1976)



El índice numérico presentó una buena correlación ( $r = 0.81$ ) entre las diatomeas pennatae y los dinoflagelados, y ligeramente significativa ( $r = 0.6$ ) entre las diatomeas centricae y dinoflagelados.

Los tintinnidos fueron asociados a condiciones cálidas durante este estudio y dan una contribución a la ecología del fitoplancton, las especies principales para 1991 fueron: *Undella pistillum*, *U. globosa*, *Dicthyocysta elegans*, *Epillocylis undella*, *Rhabdonella amor*, *E. reticulata*, *E. lususundae*; 1992 fueron *F. campanula*, *Calyptrosphaera catillifera* *E. reticulata*, *E. lususundae*; sin embargo, *R. spiralis* fue ligeramente dominante en marzo (1992-93).

### Indices de Diversidad

Para entender los procesos ecológicos de la región ecuatorial del Pacífico, se utilizaron los Indices de diversidad de Margalef (1972) y Shannon y Weaver (1978) con datos agrupados en dos formas: datos agrupados del fitoplancton (diatomeas, dinoflagelados y otros), los dinoflagelados presentaron el mayor índice de diversidad representada por pocos individuos, seguido por el grupo de diatomeas que fueron las más abundantes en densidad (Fig. 4).

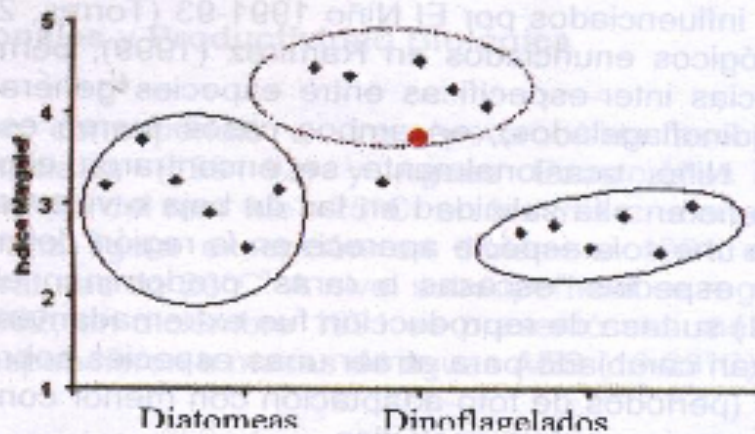


Figura.4.- Índice de Margalef del fitoplancton promediado para los tres cruceros, obtenido para el grupo de diatomeas, dinoflagelados y otros. El punto redondo es el promedio obtenido de los datos de Pesantes (1979).

Datos agrupados por áreas ( $92^\circ$ ,  $85^\circ$  y  $83^\circ$ W) en los tres cruceros superficial y subsuperficialmente, el índice de diversidad se lo obtuvo de la biomasa total del fitoplancton (sin considerarse los tres grupos), presentaron gran variabilidad con rangos entre 1.37 a 4.25 bits/cel (Fig. 5), no se registró un patrón definido por posibles influencias de factores oceanográficos locales.

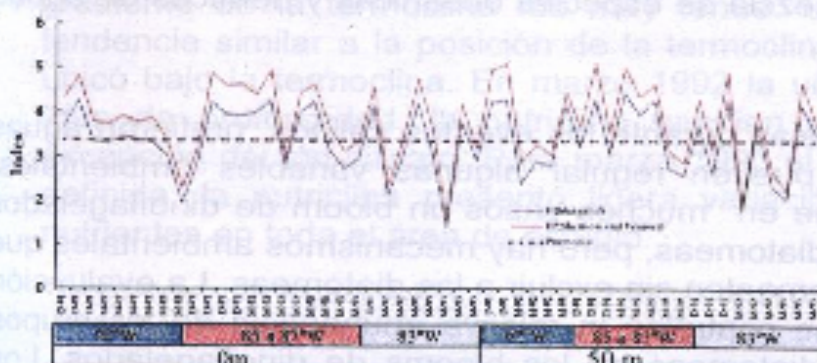


Figura.5.- Variabilidad de índices de diversidad y su relación con el promedio de todas las estaciones (Índice de Margalef), superficial y subsuperficial de los tres cruceros realizados en el Pacífico Ecuatorial.

Sin embargo, la variabilidad de los promedios para las tres áreas no presentó cambios significativos (3.01 a 3.57 bits/cel) con el promedio total (3.37 bits/cel), pero sí registró cambios significativos con los valores de grupos del fitoplancton. Durante eventos EL Niño se registraron grandes anomalías oceánicas que puedan incidir en los índices de diversidad, principalmente en áreas locales como el afloramiento de Galápagos, Frente Ecuatorial, Golfo de Guayaquil, donde la dinámica oceánica es muy cambiante. Pesantes (1979), reporta valores entre 2.75 a 4.97 bits/cel, con un promedio de 4.2567 bit/cel para el grupo de dinoflagelados hacia el área de los 81° a 83° de la costa ecuatoriana durante El Niño 1972-73; mientras que el promedio de dinoflagelados del presente estudio fue de 4.1856 bit/cel. Los patrones de índices de diversidad marina son muy limitados, algunos reflejan un patrón unimodal en la biomasa del fitoplancton (Irigoyen *et al.*, 2004).

### Posibles agrupamientos de especies como Indicadores Ecológicos

La relación existente entre el grupo de mayor número de especies (dinoflagelados) y de mayor porcentaje de abundancia (diatomeas) para cada crucero, presentó algunas asociaciones ecológicas influenciados por El Niño 1991-93 (Torres, 2002). Considerando algunos conceptos ecológicos enunciados en Ramírez (1999), permiten comprender la existencia de competencias inter-específicas entre especies generalistas (diatomeas) y especies especialistas (dinoflagelados); en ambos casos fueron especies euríticas o euritérmicas durante El Niño, ocasionalmente se encontraron especies termófilas en aguas frías o las que prefieren alta salinidad en las de baja o viceversa. Cuando un gran número de individuos de una sola especie aparece en la región del mar ecuatoriano, o si una gran diversidad de especies "escasas o raras" predominan el mismo tiempo, se puede considerar que: 1) su tasa de reproducción fue extremadamente buena; 2) que las condiciones oceánicas han cambiado para atraer unas especies sobre otras, modificando sus funciones orgánicas (períodos de foto-adaptación con menor contenido clorofílico), lo que les permite tener una mejor ventaja ecológica.

La condición de agrupamientos de abundancia posiblemente sea el resultado de las diferentes masas de aguas cálidas con ligeros núcleos de masas de aguas atrapadas con algún elemento nutritivo derivado de las masas de agua del afloramiento de condición posiblemente atípica para la época de marzo en la región ecuatorial. Estos datos desorientan sus requerimientos ecológicos, debido a la alta confluencia de corrientes marinas que originan zonas de mezclas en agua tropicales con densidades y composición del fitoplancton muy inconstantes (Bogorov, 1967). El fitoplancton descrito por Marshall en Jiménez (1976), ha representado una mezcla de especies oceánicas y neríticas de aguas Ecuatoriales, Subtropicales y Tropicales.

Los dinoflagelados tienen algunas ventajas durante los eventos cálidos, prefieren aguas con bajo contenido de nutrientes y pueden regular algunas variables ambientales. Huntsman *et al.*, (1981), reportaron que en muchos casos un bloom de dinoflagelados contiene concentraciones normales de diatomeas, pero hay mecanismos ambientales que permiten que los dinoflagelados se incrementen sin excluir a las diatomeas. La evaluación de los factores ambientales locales que controlan la relativa abundancia de los grupos podría explicar la persistencia de las diatomeas en los blooms de dinoflagelados. Los

dinoflagelados, son los más complejos en su organización y estilos de vida más antiguos (Margalef, 1997).

La abundancia de especies de condiciones frías decrece durante estos periodos cálidos o forman pequeños núcleos que son dependientes de los nutrientes. Estos núcleos, posiblemente sean remanentes de especies endémicas adaptadas a condiciones cálidas, especies que pueden constituir importantes núcleos para el sostenimiento de los recursos marinos. Torres (2002), presentan mapas de distribución de las principales especies con formación de núcleos para los tres cruceros. El acondicionamiento del fitoplancton con anomalías térmicas, ha presentado deficiencia de cromatóforos (< clorofila), estaría afectando la trama trófica pelágica, evidenciados en el bajo contenido proteínico de algunas especies de peces pelágicos (CPPS 1997), energía que puede ser transferible al próximo nivel trófico zooplancton e ictioplancton (Man and Lazier, 1991).

Reynolds y Smayda (1997), también mencionan las matrices del Modelo de Margalef (1978), tienen una afinidad en la disposición triangular de las estrategias de las plantas terrestres: 1) competidor, 2) tolerancia al estrés y 3) tolerancia a la disturbancia; términos que pueden ser transferidos y aceptados a las condiciones pelágicas.

### **Factores nutricionales y Productividad Biológica**

Esta investigación correspondió a una época cálida asociada a masas de Aguas Tropicales Superficiales (1991-92) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (1993). La temperatura superficial del mar fue  $>25^{\circ}\text{C}$ . en los tres cruceros equivalentes a masas de agua **ATS**, con una ligera excepción en diciembre 1991 en la parte sur donde se reportaron temperaturas de  $23^{\circ}\text{C}$ . A nivel subsuperficial se registró masas de aguas **ATS** sólo en marzo 1992; en diciembre 1991 se presentó una mezcla con **ATS** y **AES**; y en marzo 1993 correspondieron a masas de aguas **AES** ( $19-23^{\circ}\text{C}$ ).

La respuesta nutricional fue variable en cada crucero al igual que la diversidad de especies del fitoplancton, formando pequeños núcleos de alta biomasa-nutrientes ligeramente asociados a aguas afloradas hacia Galápagos y hacia el Golfo de Guayaquil, y ligeros núcleos hacia la parte central del área de estudio posiblemente como avance de masas de aguas del oeste hacia el continente conocidas como ondas Kelvin o advecciones de aguas afloradas atrapadas (Torres, 2002).

La ubicación de la termoclina en diciembre 1991 fue entre los 40-50m hacia los  $85^{\circ}\text{W}$  y  $83^{\circ}\text{W}$ , mientras que hacia Galápagos se ubicó entre los 10-20m; en ambos casos el gradiente de la termoclina fue muy tenue. Con relación a la nutriclina presentó una tendencia similar a la posición de la termoclina, con excepción hacia Galápagos que se ubicó bajo la termoclina. En marzo 1992 la ubicación de la termoclina fue entre los 50-75m de profundidad, la nutriclina también presentó una tendencia similar pero con excepción del ión silicato. Para marzo 1993 el comportamiento de la termoclina fue poco definida, la nutriclina presentó ligera variación en la concentración de los diferentes nutrientes en toda el área de estudio.

La hidrodinámica del ambiente acuático, juega un rol principal en la ecología del plancton, la capa de mezcla donde la tendencia del flujo turbulento contrarresta el hundimiento de los organismos (Estrada y Berdalet, 1997), algunas especies presentan ciertas estrategias de apéndices y vacuolas que retardan el hundimiento y les permite regular las propiedades físico/químicas del agua de mar. *Ceratium* es un género de mayor discusión, en aguas cálidas oligotróficas, los cuernos terminales son más alargados y delicados en aguas oligotróficas, pero en aguas frías son más robustos y cortos (Taylor, 1976).

Los resultados de nutrientes encontrados en estos tres cruceros en la región del Pacifico presentaron una ligera tendencia siendo los factores limitantes el fosfato en diciembre 1991 y marzo 1993 (<0.90 ug-at/l), el nitrato y fosfato para marzo 1992 (<1.0 ug-at/l). Algunas especies de diatomeas y dinoflagelados presentaron las siguientes diferencias ecológicas en los tres cruceros:

**1991:** núcleos de *P. sol*, *B. splendor-maris* y *G. polyedricum* fueron hacia el Golfo de Guayaquil; *P. sol*, *G. Polyedra* hacia el oeste de Galápagos; se presentaron con alto contenido de nitrato (4.04-2.43 ug.at/l).

**1992:** el agrupamiento fue más heterógeno, representado por *C. tripos subsp. semipulchellum*, *C. pentagonum* vara *tererum*, *C. declinatum* coincidente con un alto contenido de silicato (5.6-10.01 ug at/l) y nitrato (0.9-1.8 ug at/l); se evidenció otro núcleo 2°S y 87°W dominante por *C. tripos subsp. semipulchellum* (0m) y *P. sol* (0-50m) el elemento nutritivo más notable fue el fosfato (0.65-0.992 ug.at/l); al sudoeste de Galápagos (3°S) se registró otro grupo formado por *P. brochi*, *G. polyedrica*, *C. breve*, *P. sol*, *C. furca*, *Pyrophacus steinii*.

**1993:** al sudoeste de Galápagos se evidenció un núcleo formado por *P. pungens*, *D. caudata*, *C. furca*, *Pyrophacus steinii*; otro hacia el oeste de Galápagos (0°3S-88°W) formado por *P. sol*, *R. hebetata*, *G. polyedricum*, *Ptychodiscus noctiluca*, con alto contenido de nitrato (4.82-4.74 ug.at/l) y silicato (5.27-9.84 ug.at/l); hacia el Golfo de Guayaquil se presento otro grupo por *C. tripos subsp. semipulchellum*, *P. quarnerence*, *B. splendor-maris*, *C. deflexum*, *G. polyedricum* con un alto contenido de nitrato (18.71 ug.at/l) y silicato (14.41 ug.at/l).

## CONCLUSIONES

Se identificaron un total de 221 especies distribuidas en los tres cruceros: 132 especies en diciembre 1991, 127 especies en marzo 1992 y 108 especies en marzo 1993. La comunidad del fitoplancton presentó gran variabilidad en la composición y distribución de especies principalmente hacia la parte oceánica y Galápagos.

Las principales especies con mayor densidad celular en los tres cruceros fueron *B. splendor-maris*, *P. sol*, *G. polyedricum*, *P. alata*, *R. hebetata*. Estas especies podrian servir como indicadores de condiciones cálidas en época normal asociadas a ligeras anomalías térmicas encontradas en los tres cruceros.

La mayor densidad celular presentó las diatomeas centricas tanto en superficie como en el vertical (0 a 50m). Los dinoflagelados constituyeron el segundo grupo dominante en

diversidad de especies. *Ceratium* fue el género con mayor número de especies (48 especies), de las cuales sólo 9 fueron las más representativas. Los tintinnidos también fue un grupo frecuente después de las diatomeas y dinoflagelados.

Se evidenció una gran densidad y diversidad de diatomeas durante la época cálida, la comunidad fitoplanctónica de esta región fue sometida a eventos cálidos, demostraron un alto grado de variabilidad ambiental (térmica y nutricional) frente al evento El Niño 1991-1993.

Las condiciones físicas durante el desarrollo del evento El Niño 1991-93, no siempre siguieron un patrón definido, ha sido un evento muy "raro" en su prolongación de permanencia, posiblemente debilitado por el ingreso a la región ecuatorial de pulsos de aguas afloradas para la época húmeda.

Los nutrientes como posibles factores limitantes para el crecimiento del fitoplancton durante los tres cruceros, fueron el fosfato en 1991-1993, el nitrato y fosfato en 1992.

## AGRADECIMIENTO

A los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por permitir realizar estas investigaciones y su publicación. Al Dr. Luis Burgos por la facilidad de datos de nutrientes. Las valiosas sugerencias recibidas por el Dr. R. Jiménez. Al Dr. R. Retamal por su revisión en los índices de diversidad.

## BIBLIOGRAFIA

- Balech, E., 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Instituto Español de Oceanografía, 1: 1-300.
- Barber, R., Chavez F., y J. Kogelschatz, 1983. Efectos Biológicos de El Niño, Bol. ERFEN, 14: 3-29.
- Bogorov V., 1967. Biology of the Pacific Ocean Part I - Plankton, VII (1): 1-266.
- Chisholm, S. and F. Morel., 1991. What controls Phytoplankton production in nutrient rich areas of the Open Sea?. Limnology and Oceanography, 36(8).
- CPPS-PNUD., 1993. X Reunión del Comité Científico ERFEN. Guayaquil, Ecuador 22-25 Noviembre 1993.
- CPPS-PNUD., 1997. Reunión del Comité Científico ERFEN, INOCAR, Guayaquil, Ecuador - 30 julio 1997.

- Eppley, R., 1972.** Temperature and Phytoplankton in the sea. Fishery Bulletin 70(4): 1063-1085.
- Estrada, M., and E. Berdalet. 1997.** Phytoplankton in a turbulent world. Scientia Marina., 61 (Supl.1): 125-140.
- Hasle, G., 1959.** A quantitative study of phytoplankton from the Equatorial Pacific. Deep-sea research, 6:38-59.
- Huntsman, S., Brink, K., Barber, R., and D. Blasco., 1981,** The role of circulation and stability in controlling the relative abundance of Dinoflagellates and Diatoms over the Peru shelf. In: Coastal Upwelling Estuarine. Ed. F. Richards, Pp: 357-365.
- Irigoiien X., Huisman J., y R. Harris, 2004.** Global biodiversity patterns of marine Phytoplankton and Zooplankton. Nature. 429 (24): 863-867.
- 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., 1983.** Diatomeas y dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 193-282.
- Mann, K., and R. Lazier., 1991.** Dynamics of marine ecosystems, biological-physical interactions in the Ocean. Boston: Blackwell Scientific Publications, 466 pp.
- Margalef, R., 1997.** Red Tides and ciguatera as successful ways in the evolution and survival of an admirable old phylum. In Harmful Algae VIII International Conference Vigo 1997. Eds. Reguera B., Blanco J., Fernández M. and Wyatt T. pp. 3-7.
- Pesantes, F., 1979.** Distribución de dinoflagelados en el fitoplancton del mar Ecuatoriano. Tesis doctoral. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Pesantes, F., 1983.** Los Dinoflagelados como indicadores de "El Niño" en el mar Ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 2 (1): 85-117.
- Ramírez, A., 1999.** Ecología aplicada: Diseño y análisis Estadístico. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 321 pp.

**Reynolds, C., and T. Smayda, 1997.** Principles of species selection and community assembly in the phytoplankton: further explorations of the Mandala. In Harmful Algae VIII International Conference Vigo 1997. Eds. Reguera B., Blanco J., Fernández M. and Wyatt T, pp 8-10.

**Semina, H., 1978.** The size of cells. In Phytoplankton Manual. In "Monographs on Oceanographic Methodology 6", UNESCO, Paris. pp. 337.

**Strickland, J., and T. Parson, 1972.** A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bull. 167, 311pp.

**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, pp. 227.

**Torres-Zambrano, G. y M. Tapia., 1998.** Distribución del Primer Nivel Trófico (Fitoplancton) en el Pacífico Ecuatoriano, periodo 1996-1997 (Pre El Niño). Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 9(1):79-94.

**Torres G. 2002.** Ecología del Fitoplancton durante la época húmeda y su relación con el evento El Niño 1991-1993. Tesis doctoral. Universidad de Guayaquil-Ecuador.

**Zambrano, I., 1983.** Tintinnidos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico 2(2): 443-507.