

FITOPLANCTON EN EL AFLORAMIENTO DE LAS ISLAS GALÁPAGOS, DURANTE AGOSTO 2000

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

RESUMEN

La presente investigación corresponde al Crucero Oceanográfico Insular realizado en Galápagos en agosto-2000, con el propósito de comprender la dinámica ecológica del fitoplancton (cuali-cuantitativo) en la época seca. Los datos superficiales de clorofila "a" registraron altas concentraciones (0.87-2.18 mg/m³) hacia el sudoeste de Galápagos, como respuesta al afloramiento; subsuperficialmente la mayor concentración fue hacia el sur, mientras que las menores fueron hacia el norte; con núcleos (> clorofila) hacia el sudoeste de Galápagos (10m), y hacia el sudeste (40-50m). La biomasa celular fue representada por *Pseudonitzschia delicatissima*, especie responsable de la alta fertilidad en el centro del afloramiento al sudoeste y sur de Galápagos, hacia el este *Thalassiosira subtilis* y *Gymnodinium* sp. La incidencia de la Corriente de Cromwell fue más acentuada hacia las secciones 91° y 92°W; hacia la sección 89°W presentó condiciones diferentes a las anteriores posiblemente asociada a la Corriente de Humboldt. La biomasa (red 55µ) fue dominante por *P. delicatissima* (0m); *P. delicatissima*, *C. compressus* y *C. curvisetus* (0-50m); *Ceratium tripos*, *G. polyedra*, y *Pyrophacus steini*. La distribución de *Ceratium tripos* y *Gonyaulax polyedra*, especies de aguas cálidas superficiales dominan hacia el norte de Galápagos, pero a nivel subsuperficial dominan hacia el sudeste, comportamiento "algo atípico" que se viene observando desde el Crucero de mayo/2000 en el cual no fue evidente el afloramiento.

En áreas costeras, Bahía Academia (Santa Cruz) presentaron valores altos de clorofila (2.58-3.18 mg/m³), correspondiente a la dominancia de *P. delicatissima* y *C. curvisetus*. La mayor frecuencia para *B. Naufragio* fue *C. curvisetus*, *T. subtilis* y *C. compressus*; en Caleta Tagus *T. subtilis* y *P. delicatissima* y en Pto. Villamil fueron *C. curvisetus* *P. delicatissima*. Los productores primarios evidenciaron que la posición del afloramiento fue hacia el sudoeste de Galápagos, con fluctuación en la sucesión de especies dominantes asociadas a las condiciones abióticas de Galápagos.

ABSTRACT

This study corresponds to the cruise around the Galapagos Islands carried out by the Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy in August 2000. The purpose was to understand, quantitatively and qualitatively, the ecological dynamics of the phytoplankton during the dry season. The chlorophyll "a" data from surface waters registered high concentrations (0.87 - 2.18 mg/m³) southwest off the Galapagos Islands, reflecting upwelling processes. Sub-surface-water values were higher southward, while the lowest values were found to the north. Nuclei of high chlorophyll "a" content were found to the southwest of the Galapagos (10 m), and to the southeast (40-50 m). The cellular biomass was represented by *P. delicatissima*, species responsible for the high fertility in the center of the upwelling area and to the southwest and south off the Galapagos, *Thalassiosira subtilis* and *Gymnodinium* sp. were dominant to the east. The incidence of the Cromwell Current was accentuated toward 91° and 92°W; toward 89°W different conditions were shown, probably associated to the influence of the Humboldt Current. The biomass in 55µm mesh size fraction was dominated by *P. delicatissima* (0 m); *P. delicatissima*, *C. compressus* and *C. curvisetus* (0 - 50 m). *C. tripos* and *G. polyedra*, warm water species dominated to the north off the Galapagos in surface waters, while in sub-surface waters these species dominated to the southeast. This atypical behavior was observed during the cruise of May 2000, when upwelling conditions were not evident.

INTRODUCCION

El Pacífico Ecuatorial Central en zonas cercanas a las Islas Galápagos, son áreas de alta productividad biológica causada por el afloramiento ecuatorial, dándole una característica ecológica única en estas islas (Torres y Tapia, 2000), y enfoque de intensivas investigaciones y experimentos para entender los procesos que controlan la productividad del fitoplancton, debido a su gran variabilidad océano-atmosférica (Murphree y Reynolds, 1995), y los efectos del Evento El Niño (Jiménez, 1975-1976, 1977; Barber y Chavéz 1983; Barber et al., 1985).

Las relaciones del fitoplancton como el primer nivel trófico de la cadena alimentaria marina, forman parte de la estructura biótica de las comunidades y ecosistemas; sin embargo, las especies que constituyen cada nivel trófico difiere del área geográfica y su estructura es variable y regulada en términos del hábitat ecológico: distribución térmica, disponibilidad de alimento y pastoreo/predación (Nybakken, 1993).

Esta investigación es parte del proyecto Indicadores Biológicos de diferentes ecosistemas marinos del Ecuador, correspondiente a la región Insular de Galápagos durante agosto 2000, con el propósito de comprender la dinámica poblacional del fitoplancton (cuali-cuantitativo) de las diferentes masas de agua que afloran al este y oeste de Galápagos y entre las islas enfocando áreas de mayor fertilidad marina en la época seca.

METODOS

El contenido de muestras para Clorofila "a" fue un litro de agua en los niveles de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 metros de profundidad, las muestras fueron filtradas con una bomba al vacío a través de filtros de fibra de vidrio Whatman (0.40 micras) adicionándole 2 ml de carbonato de magnesio. Los filtros fueron colocados en 10 ml. de acetona al 90% en frascos de vidrio de 25ml. y cubiertos con papel aluminio bajo refrigeración por 24 horas. En un fluorómetro

TURNER DESIGNS se leyeron las densidades ópticas de clorofila "a". Se adicionó 2 gotas de ácido clorhídrico al 5% para convertir la clorofila "a" en feopigmentos. Para los cálculos de clorofila y feopigmentos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 75 (1992).

Las muestras para contajes celulares se fijaron con solución de lugol y los análisis por el método de Uthermohl en los niveles de 0, 10, 20, 30, 40 y 50 m. de profundidad. Las muestras previamente homogeneizadas, se colocaron en cámaras de sedimentación de 25ml por un periodo de 24 horas y examinadas en un microscopio invertido, los datos son convertidos en cel/l. El análisis cualitativo del fitoplancton, se realizaron arrastres superficiales con una red de 55µ por 10 minutos con una velocidad de 2 nudos y arrastres verticales (0-50m) con el buque sin movimiento. Las muestras fueron fijadas con formol al 3% neutralizado con bórax. Para el análisis de cada muestra se procesaron siguiendo la metodología de Semina (1978), los datos son expresados en cel/m³. Las muestras para clorofila, contaje celular e indicadores del fitoplancton en las Bahías se realizaron solo en superficie siguiendo la metodología antes indicada. Se obtuvieron porcentajes individuales tanto para diatomeas, dinoflagelados y otros. La taxonomía del fitoplancton se realizó siguiendo los trabajos de Jiménez (1983a-b), Pesantes (1983), Zambrano (1983), Cupp (1943), Taylor (1976), Balech (1988), Larsen y Moestrup (1989).

AREA DE ESTUDIO

Las Islas Galápagos se encuentran influenciadas por condiciones océano-atmosféricas con un régimen estacional de verano e invierno; son interceptadas por corrientes oceánicas que circulan en esta región, fluyen desde el oeste, el norte y el sur (Pak y Zaneveld, 1973; Maxwell, 1974). La mayor productividad biológica está asociada principalmente con el afloramiento de la Corriente de Cromwell hacia el oeste de las islas, la misma que se continúa generalmente hacia el este (Torres y Tapia, 2000). Este trabajo fue realizado durante el Crucero

Oceanográfico del B/l ORION en agosto/2000 (CO-2-00), en cuatro secciones 92°W, 91°W, 90°W y 89°W y desde 2°S hacia 1°N; y en estaciones costeras en Bahía Naufragio (Isla San Cristóbal), Bahía Academia (Isla Santa Cruz), Caleta Tagus y Pto. Villamil (Isla Isabela), (Fig. 1).

RESULTADOS

Biomasa de Clorofila "a" y feopigmentos

Distribución superficial

El promedio de clorofila "a" superficial fue de 0.629 mg/m³, la mayor concentración fluctuó entre 0.87 - 2.18 mg/m³, hacia el sudoeste de Isabela, asociado con el afloramiento de Cromwell y que está incidiendo en la alta productividad biológica de Galápagos (Fig. 1B-A). Las menores concentraciones se localizaron hacia el norte y este de las Galápagos, coincidente con un núcleo de aguas ligeramente cálidas (> 23°C). Los feopigmentos evidenciaron dos núcleos de mayor abundancia, hacia el extremo sudoeste y otro dirigido hacia el sur de la línea ecuatorial alrededor de Isabela (Fig. 1B-B).

Estos resultados de clorofila "a" (0.87 - 2.18 mg/m³) superficiales hacia el sudoeste de Galápagos, fueron superiores a las encontradas en mayo-1999 (0.657 mg/m³), de septiembre-octubre-1999 (0.526 - 0.529 mg/m³) y las registradas en mayo-2000 (< 0.2 mg/m³). Sin embargo, en Jiménez (1981) ha reportado valores más altos de 1.0 - 5.5 mg/m³ hacia el sudoeste de Isabela en noviembre/1978.

Distribución subsuperficial

Los resultados de Clorofila "a", se expresan en cuatro secciones latitudinales comprendidas entre 1°N a 2°S ubicada en los meridianos 92°W, 91°W, 90°W y 89°W, mostraron las siguientes condiciones oceanográficas:

El promedio de clorofila en la sección 92°W fue de 0.459 mg/m³, el mayor contenido

clorofílico de 2.18 mg/m³ se ubicó en la capa superficial de los primeros 10m coincidente con una capa de mezcla muy delgada, mientras que hacia los niveles inferiores (20-50m) tienen bajas concentraciones (0.2-0.3 mg/m³); estas condiciones conservan uniformidad latitudinal en su distribución vertical. En la sección 91°W, el promedio de clorofila fue de 0.36 mg/m³, un núcleo de mayor concentración de clorofila de 1.32 mg/m³ se observó hacia el sur ligeramente profundizada hasta los 20m; hacia el norte de esta sección ligeramente disminuye su concentración; en los niveles inferiores (30-50m) se observa similar a la sección 92°W y aguas de baja productividad menor a 0.2 mg/m³.

La sección 90°W, el promedio fue de 0.41 mg/m³, se observaron dos núcleos de mayor concentración de clorofila: el primero de 0.74 mg/m³ entre los primeros 10 m de profundidad posiblemente asociado al afloramiento correspondiente de Cromwell; y un segundo máximo de mayor concentración que el anterior de 1.4 mg/m³ se ubicó hacia el sur y en una profundidad entre los 40-50m de profundidad probablemente asociado al ramal oceánico de la corriente de Humboldt, o el ramal sur de Cromwell, conocido también como afloramiento ecuatorial.

En la sección 89°W, se evidenciaron aguas de bajo contenido clorofílico y un ligero máximo de 0.35 mg/m³ latitudinal a los 40 m de profundidad. En los primeros 30 m el promedio de clorofila fue de 0.27 mg/m³, posiblemente asociado a una zona de mezcla de condiciones ligeramente más cálidas y concentraciones de clorofila similares a las registradas en mayo/2000 (secciones 92° y 87°W).

Los feopigmentos en las cuatro secciones presentaron similar distribución al de clorofila "a" (Fig. 3B), con promedios ligeramente bajos que fluctuaron entre 0.272 mg/m³ (92°W), 0.21 mg/m³ (91°W), 0.25 mg/m³ (90°W) y 0.142 mg/m³ (89°W).

Biomasa Celular

Distribución superficial

El mayor contenido celular se registró hacia el oeste y sur de Galápagos 14483.560 cel/l y la menor concentración hacia el noreste (Fig. 5B-A). Se identificaron 82 especies, correspondientes a 64 especies de diatomeas (78%), 9 dinoflagelados (11%), y otros (11%). *Pseudonitzschia delicatissima* se presentó en toda el área de estudio y fue dominante con el 69% hacia el sudoeste, con una tendencia similar al contenido clorofílico (Fig. 5B-B). Otras especies con menor porcentaje de abundancia fueron *T. subtilis* (7%), *Gymnodinium sp.* (7%), *P. pacifica* (3%), *P. longissima* (2%); con el 1% estuvieron *Pseudonitzschia sp.*, *R. imbricata*, *T. frauenfeldii*, *Oxytoxum sp.*, *Messodinium rubrum* y *Coccolithus sp.*

Al relacionar estos resultados con los de septiembre-octubre-1999, las especies dominantes fueron *Gymnodinium sp.* (28%), *T. subtilis* (22%), y *P. delicatissima* (13%), con los encontrados en agosto-2000, estas especies dominantes serían propias del área de Galápagos y que su fluctuación de dominantes se debería a las condiciones abióticas del afloramiento; estos resultados podrían presentar pequeñas variaciones estacionales en la composición de especies, como lo registrado en nov/1978 por Jiménez (1981) con la componente de *Chaetoceros* fue mínima (<1%) en nuestros resultados.

Distribución Subsuperficial

La biomasa celular obtenida en 5 niveles de profundidad (0, 10, 20, 30, 40, 50 m), es expresada en cuatro secciones 92°W, 91°W, 90°W y 89°W dispuestos desde 2°S hacia 1°N (Fig. 5B), con promedios celulares de 1955.253, 1031.427, 1111.046 y 412.121 cel/l respectivamente. El mayor contenido celular fue de 14483.561 cel/l hacia el suroeste de Galápagos y la menor concentración hacia el noreste de Galápagos. Se identificaron 74 especies, 59 especies de diatomeas (78%), 9 dinoflagelados (11%), otros (11%). Las principales especies más abundantes por secciones fueron:

Sección 92°W	Sección 91°W
<i>P. delicatissima</i>	<i>P. delicatissima</i>
<i>T. subtilis</i>	<i>T. subtilis</i>
<i>Gymnodinium sp.</i>	<i>Gymnodinium sp.</i>
<i>P. pacifica</i>	<i>P. pungens</i>
<i>P. longissima</i>	<i>P. longissima</i>

Sección 90°W	Sección 89°W
<i>P. delicatissima</i>	<i>T. subtiles</i>
<i>Gymnodinium sp.</i>	<i>Gymnodinium sp.</i>
<i>T. subtilis</i>	<i>P. delicatissima</i>
<i>P. longissima</i>	<i>M. rubrum</i>
<i>P. pungens</i>	<i>Oxytoxum sp.</i>

En la sección 92°W, la mayor concentración celular fluctuó entre 2785.028 a 14483.561 cel/l, entre los 10 primeros metros de profundidad hacia el suroeste de Galápagos, principalmente por *P. delicatissima* (69%), y entre otras especies *T. subtilis* (7%), *Gymnodinium sp.* (7%), *P. pacifica* (3%), *P. longissima* (2%), *P. pungens* (2%); con el 1% se presentaron *R. imbricata*, *T. frauenfeldii*, *Oxytoxum sp.*, *M. rubrum*, *Coccolithus sp.* Hacia los niveles inferiores (20, 30, 40, 50 m), se observaron las menores concentraciones similares a la Sección 89°W. El patrón de distribución de su máximo celular y clorofílico fueron hacia el suroeste de las Islas en la capa de mezcla de 10 m., evidenciando que la alta productividad biológica estuvo asociada al afloramiento de Cromwell.

En la sección 90°W, se observaron dos núcleos de mayor concentración celular hacia 1°S de 4780.730 cel/l entre 0 – 20 m. de profundidad; y otro núcleo fue de 2514.065 cel/l hacia 1°S pero a 40 m. *P. delicatissima* (48%), fue la especie dominante en esta sección y en ambos núcleos; y secundariamente la frecuencia de *Gymnodinium* (15%), *T. subtiles* (10%), *P. longissima* (4%), *P. pungens* (3%), *Oxytoxum sp.* (3%), *Coccolithus sp.* (3%), *M. rubrum* (2%); y con el 1% *Chaetoceros curvisetus*, *Pleurosigma nicobaricum*, *T. frauenfeldii* y *Prorocentrum micans*.

Fitoplancton (Red 55u)

Las especies de mayor incidencia en la biomasa fueron las diatomeas (55%); las especies comunes y dominantes fueron *Pseudonitzschia delicatissima* (20%), *C. compressus* (10%), *C. curvisetus* (4%), *T. frauenfeldii* (4%), *P. longissima* (2%), *R. acuminata* (2%), *R. hebetata* (2%) *Thalassiosira subtilis* (1%). Sin embargo, *Corethron criophylum* especie de condiciones frías se encontró ligeramente abundante en la

Est. 8, posiblemente cercanas al núcleo de afloramiento. Las especies indicadoras de condiciones cálidas se presentaron hacia el noreste de Galápagos.

Distribución superficial

Se identificaron 102 especies (56 especies de diatomeas (55%), 36 dinoflagelados (35%) y 10 en otros (10%). La abundancia promedio fue de 115.722 org/m³ con un máximo de 473.823 org/m³ al sur de Isabela; las menores concentraciones se registraron hacia la línea ecuatorial y 1°N (Fig.). Las especies más representativas en su abundancia fueron: *P. delicatissima* (33%), *C. compressus* (26%), *C. curvisetus* (12%), *T. frauenfeldii* (9%), *P. longissima* (5%), *R. hebetata* (6%), *Corethron criophylum* (2%), *T. subtilis* (2%). Entre los dinoflagelados indicadores de condiciones cálidas tenemos a *Ceratium tripos*, *G. polyedra*, y *Pyrophacus steini*; como las más frecuentes y distribuidas en toda el área de estudio con excepción en el área de afloramiento (sur de la isla Isabela).

Distribución subsuperficial (0-50m)

Se identificaron 103 especies, con el 55 % correspondiente al grupo de diatomeas, el 36% en dinoflagelados y otros (9%). El promedio en el muestreo vertical fue de 80.568 org/m³ con un máximo de 219.214 org/m³ hacia el sur de las Islas Galápagos (Fig. 7B). Las especies en orden de abundancia fueron *P. delicatissima* (51%), *C. compressus* (12%), *R. acuminata* (11%), *T. frauenfeldii* (9%), *Thalassiosira subtilis* (3%). Con relación a la información de especies registradas para sep/oct/1999, *P. delicatissima* (2%) estuvo presente hacia el norte de Galápagos, pero en esta ocasión (agosto/2000) su abundancia fue hacia el centro del afloramiento y toda la región sur de Galápagos (Fig. 7B). *C. criophylum* especie estrictamente aguas frías fue abundante en sep/oct/1999 (13%), actualmente no llegó al 1%, sin embargo en este Crucero se registraron menores temperaturas que en sep/oct/1999. Estos cambios en la composición de la comunidad del fitoplancton registrados en septiembre-octubre/1999 y agosto/2000 fueron algo diferente en la dominancia de especies. Algo atípico es que

en agosto/2000 se notó un decrecimiento en las especies de diatomeas e incrementó los dinoflagelados y otros organismos del fitoplancton, al parecer estos organismos contienen mayor clorofila y por ende especies fitoplanctónicas más nutritivas. Es importante destacar la distribución de *Ceratium tripos* y *Gonyaulax polyedra*, que en muestras superficiales dominan hacia el norte de Galápagos, pero a nivel subsuperficial dominan hacia el sudeste. (Fig. 7B).

Resultados en Bahía Naufragio, Bahía Academia, Caleta Tagus y Pto. Villamil

La biomasa clorofílica fluctuó entre 2.58 - 3.18 mg/m³ en Bahía Academia (Fig. 7B-A); posiblemente existe en el área un núcleo de agua aflorada, algo poco usual debido a que este núcleo (1.02 mg/m³) en septiembre-octubre/1999 se registró sólo en Isabela (Tapia y Torres, 2000).

La biomasa en contajes celulares se observó en Bahía Naufragio (San Cristóbal) y Bahía Academia (Fig. 7B-B); Las especies con mayores porcentajes (Fig. 9B-B) fueron *P. delicatissima*, y *C. curvisetus* para B. Academia; *C. curvisetus*, *T. subtilis* y *C. compressus* para B. Naufragio; *T. subtilis* y *P. delicatissima* para Caleta Tagus; *C. curvisetus*, *P. delicatissima*, *P. pungens* y *C. compressus* en Pto. Villamil. Las especies más frecuentes también presentaron variabilidad con los registrados para septiembre-octubre/1999, ya que se encontraron especies bentónicas; actualmente la mayor influencia en las Bahías en estudio, parece ser cambios más superficiales que subsuperficiales, es decir estos cambios posiblemente serían distribuidos por vientos que por corrientes. Marshall (1972), menciona algunas de estas especies en algunas islas de Galápagos y las describe como una mezcla de especies oceánicas y neríticas de ambiente subtropical y tropical y masas de aguas ecuatoriales.

La distribución de indicadores del fitoplancton (55u), también presentó variabilidad entre las islas (Fig. 9B-A). Así tenemos que *P. delicatissima*, *B. alternans*, *A. senarius*, *G. marina* y *S. unipunctata* fueron las especies de mayor porcentaje en Pto. Villamil; éstas especies (algunas de ambientes bentónicos)

en septiembre-octubre/1999 se encontraron distribuidas en B. Academia y B. Naufragio, mientras que Pto. Villamil fue un bloom de *C. curvisetus* (Tapia y Torres, 2000); actualmente este patrón de distribución ha cambiado. Matsuoka (2002), menciona que la baja densidad de quistes de dinoflagelados en sedimentos es muy pobre debido a fuertes corrientes costeras.

CONCLUSIONES

Superficialmente se registraron altas concentraciones de clorofila "a" ($0.87 - 2.18 \text{ mg/m}^3$) hacia el sudoeste de Galápagos, superiores a las encontradas en mayo/1999 (0.657 mg/m^3), septiembre-octubre de 1999 ($0.526 - 0.529 \text{ mg/m}^3$), a las registradas en mayo/2000 ($<0.2 \text{ mg/m}^3$). Estas condiciones permiten establecer que el afloramiento al suroeste de Isabela tiene mayor incidencia en la productividad biológica.

En las cuatro secciones el patrón de clorofila subsuperficial, presentó mayores concentraciones hacia el sur, mientras que las menores concentraciones se observaron hacia el norte; en ambos casos fue coincidente con las menores temperaturas hacia el sur y mayores hacia el norte. En las secciones 92 y 91°W, la mayor concentración fue entre los primeros 10 m de profundidad; al sur de la sección 90°W se observó un incremento en la columna de agua del contenido de clorofila hasta los 50 m, probablemente asociado al afloramiento influenciado por la Corriente de Cromwell (20m) y a la corriente oceánica de Humboldt (40-50m) y que estarían reflejando una alta productividad al sur de esta sección superior a las otras secciones.

A nivel superficial, se notó un incremento en la biomasa celular con mayor frecuencia de diatomeas; la biomasa de dinoflagelados fue menor pero se mantiene la presencia de especies que fueron más abundantes en septiembre-octubre/1999. La especie dominante fue *Pseudonitzschia delicatissima* con el 69%, responsable de la alta fertilidad en el centro del afloramiento y al suroeste de Galápagos, con un patrón de distribución similar al de clorofila (en superficie). *T. subtilis*

(4%) y *Gymnodinium sp.* (3%) disminuyeron su abundancia con relación a septiembre-octubre/1999 en donde fueron dominantes al sudoeste de Galápagos.

La biomasa subsuperficial incrementó considerablemente en las secciones 92, 91 y 90°W, mientras que en la sección 89°W su biomasa fue baja en toda la columna (0.50 m); la especie dominante fue *P. delicatissima*. Estos datos fueron superiores a los registrados en septiembre-octubre/1999, con excepción de la sección 89°W en que predominó *T. subtilis*.

Se observó un incremento en la densidad del fitoplancton (55u) superficial con relación a la obtenida en septiembre-octubre/1999, coincidente con el incremento en clorofila durante éste Crucero. Predominaron especies de condiciones frías o afloramiento principalmente hacia el sur de Isabela. También se registraron especies de condiciones cálidas y atípicas para la época de agosto hacia el norte del área de estudio, coincidentes con las temperaturas más elevadas ($<23^\circ\text{C}$). Subsuperficialmente disminuyó la frecuencia de diatomeas y se incrementaron los dinoflagelados con relación a septiembre-octubre/1999; también se observó un cambio en la composición de la abundancia de especies que ha favorecido al incremento de clorofila y por ende fueron especies más nutricionales.

Es importante destacar la distribución de *Ceratium tripos* y *Gonyaulax polyedra*, fueron más frecuentes hacia el norte de Galápagos (0m), pero a nivel subsuperficial dominaron hacia el sudeste. Este patrón de comportamiento "algo atípico" de especies de condiciones cálidas se viene observando desde el Crucero de mayo 2000 en el cual no fue evidente el afloramiento (Informes de Cruceros, INOCAR 2000).

Los productores primarios cualitativa y cuantitativamente han evidenciado que la posición del afloramiento fue hacia el sudoeste de Galápagos, con fluctuación en la sucesión de especies dominantes asociadas a las condiciones abióticas (físicas y químicas) de Galápagos.

Se registraron cambios en la composición y

distribución del fitoplancton en las Bahías, posiblemente por influencia de vientos fuertes superficiales locales y no por cambios subsuperficiales gobernados por las corrientes marinas.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada y del personal del B/I ORION, por su apoyo en las investigaciones de Galápagos y por la presente publicación. Al Dr. R. Jiménez por las sugerencias y correcciones a este manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- Barber, R. and F. Chavez. (1983). *Biological consequences of El Niño*. *Science* 222: 1203-1210p.
- Barber R., Kogelschatz J. and F. Chavez, 1985. *Origin of Productivity anomalies during the 1982-83 El Niño*. *CalCOFI Rep.*, Vol. XXVI: 65-71p.
- Cupp E., 1943. *Marine plankton diatoms of west coast*. *Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California*. Eds. H. Sverdrup, R. Fleming, L. Miller and C. zobell., 5(1): 1-238p.
- Jiménez, R., 1975. *Investigaciones actuales en Biología Marina en el Ecuador, con referencias al fenómeno EL Niño*. Trabajo presentado en la V Reunión de la Comisión Coordinadora de las Investigaciones Científicas (COCIC), INOCAR.
- Jiménez, R. 1976.- *El fitoplancton como posible indicador del afloramiento originado por la subcorriente ecuatorial (Corriente de Cromwell) al oeste de las Islas Galápagos-Ecuador*. *Memorias del seminario Indicadores Biológicos del Plancton, INOCAR*, pp 25-68.
- Jiménez, R. 1977.- *Biomasa y composición del fitoplancton al oeste de las Islas Galápagos-Ecuador*. *Boletín informativo ERFEN*, 1(2):14-17.
- Jiménez, R. 1981. *Composition and distribution of Phytoplankton in the Upwelling System of the Galapagos Islands, INOCAR. In Coastal Upwelling*. Ed. F. Richards, pp 327-337.
- Jiménez R., 1983-a. *Diatomeas y dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil*. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, Ecuador, 2(2): 193-282p.
- Jiménez R., 1983-b. *Coccolitóforidos identificados en el fitoplancton de aguas ecuatorianas*. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, Ecuador, 2(2): 401-441.
- Larsen J. and O. Moestrup, 1989. *Guide to toxic and Potentially toxic marine algae*. *Botanical Institute for Sporeplanter. The Fish Inspection, Ministry of Fisheries*, pp. 1-60.
- Marshall H., 1972. *Phytoplankton composition in the Southeastern Pacific between Ecuador and the Galapagos Islands (Archipiélago de Colón)*. *Proc. Biol. Soc. Wash*, 85 (1): 1-38.
- Matsuoka K., 2002. *Modern Dinoflagellate cyst found in surface sediments of the Galapagos Island*. *Inf. ECCHD*.
- Maxwell, D. 1974.- *Marine Primary Productivity of the Galapagos Archipelago*. *Degree Doctor of Philosophy of the Ohio State University*.
- Murphree T. and C. Reynolds. 1995. *El Niño and La Niña effects on the northeast Pacific; the 1991-1993 and 1988-1989 events*. *Symposium of the CALCOFI Conference. Paert II. CalCOFI Rep.*, 36: 45-56p.
- Nybakken J., 1993. *Marine Biology: An Ecological Approach, Third Edition*, California State University at Hayward and the Moss Landing Laboratories. Harper Collins, College Publishers. Pp. 1-462.
- Pak H., and J. Zaneveld., 1973: *The Cromwell Current on the east side of the Galápagos Islands*. Submitted to *J. Geophys. Res.*
- Pesantes F., 1983. *Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil*. *Acta*

distribución del fitoplancton en las Bahías, posiblemente por influencia de vientos fuertes superficiales locales y no por cambios subsuperficiales gobernados por las corrientes marinas.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada y del personal del B/I ORION, por su apoyo en las investigaciones de Galápagos y por la presente publicación. Al Dr. R. Jiménez por las sugerencias y correcciones a este manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- Barber, R. and F. Chavez. (1983). *Biological consequences of El Niño*. *Science* 222: 1203-1210p.
- Barber R., Kogelschatz J. and F. Chavez, 1985. *Origin of Productivity anomalies during the 1982-83 El Niño*. *CalCOFI Rep.*, Vol. XXVI: 65-71p.
- Cupp E., 1943. *Marine plankton diatoms of west coast*. *Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California*. Eds. H. Sverdrup, R. Fleming, L. Miller and C. Zobell., 5(1): 1-238p.
- Jiménez, R., 1975. *Investigaciones actuales en Biología Marina en el Ecuador, con referencias al fenómeno EL Niño*. Trabajo presentado en la V Reunión de la Comisión Coordinadora de las Investigaciones Científicas (COCIC), INOCAR.
- Jiménez, R. 1976.- *El fitoplancton como posible indicador del afloramiento originado por la subcorriente ecuatorial (Corriente de Cromwell) al oeste de las Islas Galápagos-Ecuador*. *Memorias del seminario Indicadores Biológicos del Plancton*, INOCAR, pp 25-68.
- Jiménez, R. 1977.- *Biomasa y composición del fitoplancton al oeste de las Islas Galápagos-Ecuador*. *Boletín informativo ERFEN*, 1(2):14-17.
- Jiménez, R. 1981. *Composition and distribution of Phytoplankton in the Upwelling System of the Galapagos Islands, INOCAR*. In *Coastal Upwelling*. Ed. F. Richards, pp 327-337.
- Jiménez R., 1983-a. *Diatomeas y dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil*. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, Ecuador, 2(2): 193-282p.
- Jiménez R., 1983-b. *Coccolitóforidos identificados en el fitoplancton de aguas ecuatorianas*. *Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR)*, Ecuador, 2(2): 401-441.
- Larsen J. and O. Moestrup, 1989. *Guide to toxic and Potentially toxic marine algae*. *Botanical Institute for Sporeplanter. The Fish Inspection, Ministry of Fisheries*, pp. 1-60.
- Marshall H., 1972. *Phytoplankton composition in the Southeastern Pacific between Ecuador and the Galapagos Islands (Archipiélago de Colón)*. *Proc. Biol. Soc. Wash*, 85 (1): 1-38.
- Matsuoka K., 2002. *Modern Dinoflagellate cyst found in surface sediments of the Galapagos Island*. *Inf. ECCHD*.
- Maxwell, D. 1974.- *Marine Primary Productivity of the Galapagos Archipelago*. *Degree Doctor of Philosophy of the Ohio State University*.
- Murphree T. and C. Reynolds. 1995. *El Niño and La Niña effects on the northeast Pacific; the 1991-1993 and 1988-1989 events*. *Symposium of the CALCOFI Conference*. *Paert II. CalCOFI Rep.*, 36: 45-56p.
- Nybakken J., 1993. *Marine Biology: An Ecological Approach, Third Edition*, California State University at Hayward and the Moss Landing Laboratories. Harper Collins, College Publishers. Pp. 1-462.
- Pak H., and J. Zaneveld., 1973: *The Cromwell Current on the east side of the Galápagos Islands*. Submitted to *J. Geophys. Res.*
- Pesantes F., 1983. *Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil*. *Acta*

Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 283-399p.

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

Tapia M. y G. Torres-Zambrano, 2000. Variabilidad fitoplanctónica en 5 Bahías, Islas Galápagos (Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico, 10: 151-159.

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, 2000. Distribución del Fitoplancton y su comportamiento en el Afloramiento en las Islas Galápagos. Acta Oceanográfica del Pacífico, 10: 137-150.

Torres-Zambrano G., 2002. Distribución latitudinal del fitoplancton entre Islas Cocos - Galápagos, durante el Crucero R/V Robert Seamans (USA), nov/dic/2001. (En este Texto)

Unesco, 1992. Methodology for oceanic CO2 measurements. UNESCO Technical paper in Marine Science #65.

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

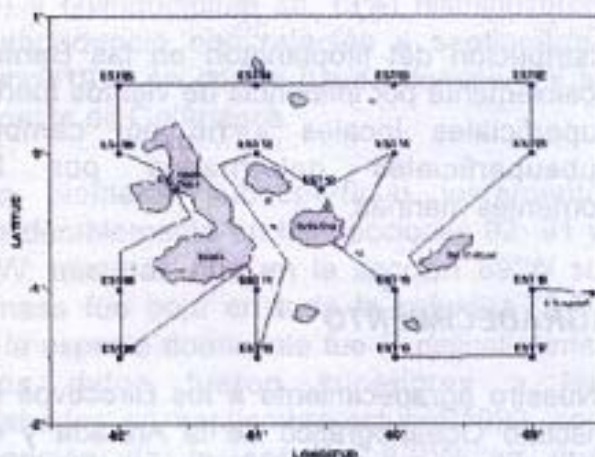


Figura 1. Situación geográfica de las estaciones durante el Crucero Oceanográfico Insular de Galápagos (CO-2-00), en agosto/2000.

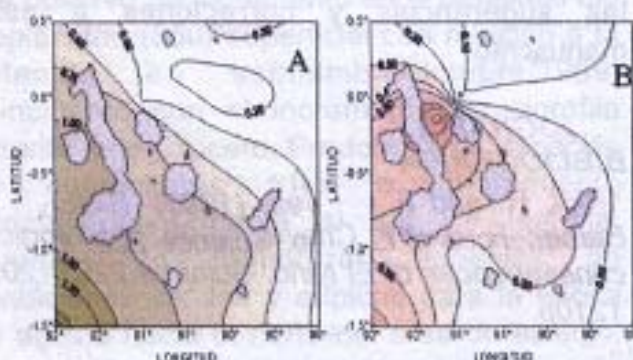


Figura 2.- Distribución superficial de Clorofila "a" (A), y Feopigmentos (B), en las Islas Galápagos, en agosto/2000 (CO-2-00).

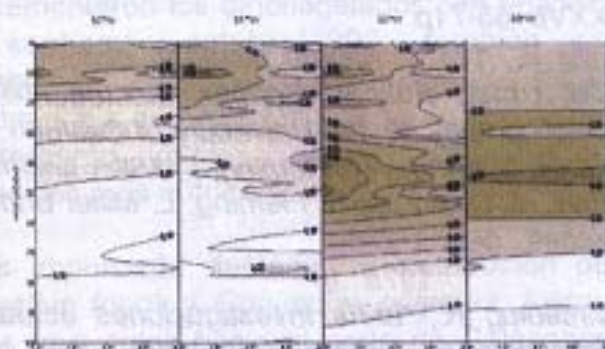


Figura 3.- Distribución subsuperficial de Clorofila "a" (mg/m3) en cuatro secciones longitudinales en Galápagos, en Agosto/2000 (CO-2-00).

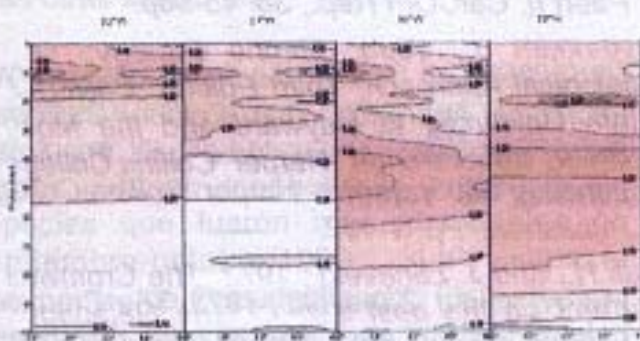


Figura 4.- Distribución subsuperficial de Feopigmentos (mg/m3) en cuatro secciones longitudinales en Galápagos, en Agosto/2000 (CO-2-00).

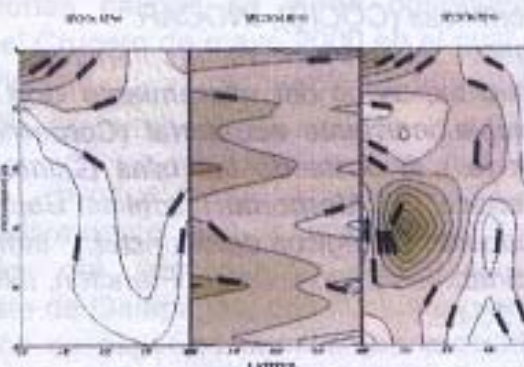


Figura 5.- Distribución subsuperficial de la biomasa celular (cell) en tres secciones, en Galápagos agosto/2000

DISTRIBUCIÓN DEL FITOPLANCTON EN LA REGIÓN COSTERA DEL MAR ECUATORIANO, DURANTE DICIEMBRE 2000

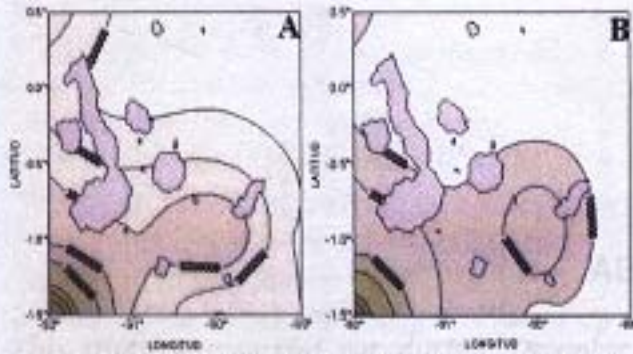


Figura 6.- Distribución superficial de la biomasa celular (cel/l) total (A), y *Pseudonitzschia delicatissima* (B), en agosto/2000 (CO-2-00).

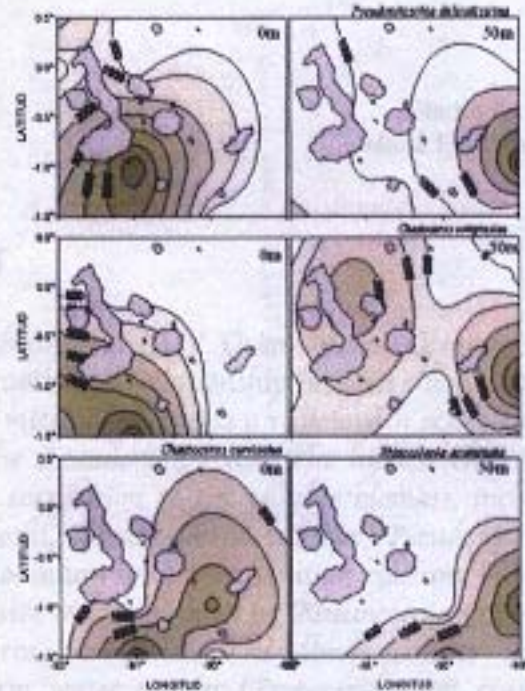


Figura 7.- Distribución superficial y subsuperficial de *P. delicatissima*, *C. compressus*, *C. curvisetus* y *R. acuminata*, en Galápagos agosto/2000.

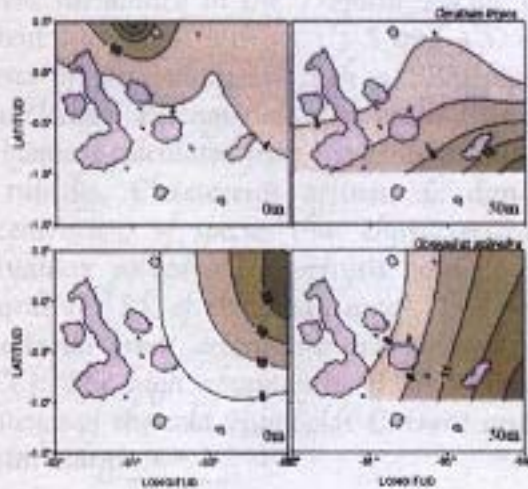


Figura 8.- Distribución de *C. tripos* y *G. polyedra*, en Galápagos agosto/2000.

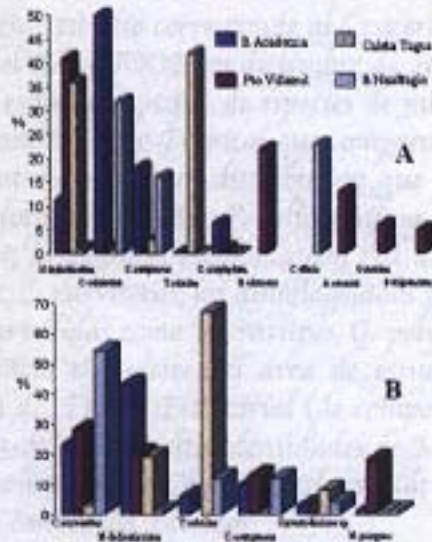


Figura 10.- Distribución porcentual superficial de las principales especies del fitoplancton en red 50µ (A) y contajes celulares Cell (B), en Santa Cruz, Isabela y San Cristóbal, durante agosto/2000.

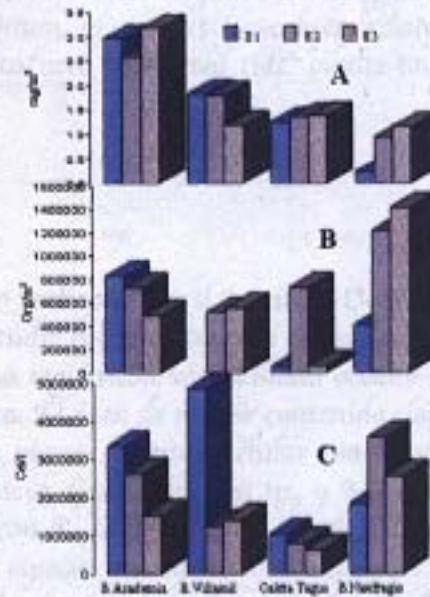


Figura 9.- Distribución superficial de Fitoplancton: Clorofila "a" (A), muestras de red 50µ (B) y contajes celulares (C), en Santa Cruz (B. Academia), Isabela (Pto. Villamil, Caleta Tagus) y San Cristóbal (B. Nafragio), en agosto/2000.

RESUMEN

La ocurrencia de masas de aguas superficiales y subsuperficiales varía considerablemente debido al régimen climático de la zona, en particular el fenómeno de El Niño (Zamorano, 1998) y La Niña (Jarama, 2001; Jarama et al., 2002). El fitoplancton está representado por

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 (Zamorano, 1998) y La Niña (Jarama, 2001; Jarama et al., 2002). El fitoplancton está representado por