

VARIABILIDAD FITOPLANCTÓNICA EN 5 BAHÍAS, ISLAS GALÁPAGOS (ECUADOR)

Por:

M. Tapia y G. Torres-Zambrano¹

ABSTRACT

The investigations of chlorophyll, cell counts, and qualitative or indicators species (net 50u), were presented, that used simultaneously provide valuable ecological information on the community of the phytoplankton accomplished in five Bays: Bahía Naufragio (San Cristóbal Island), B. Pto.Velasco Ibarra (Floreana Island), B. Villamil (Isabela Island), B. Academia (Santa Cruz Island), B. Darwin (Genovesa Island), during September - October/1999.

Biomass in weight (chlorophyll "a") of 0.560 mg/m³ corresponds to a cellular biomass of 403.628 cel/l, with a relationship of 1:1, with exception of the area of upwelling in Isabela that was 1:3 (1.546 mg/m³: 5405.123 cel/l).

71 species were identified in water samples and 132 species in net samples (50u) in the community of the phytoplankton on each Island. The Diatoms were dominant and the Dinoflagellates, Tintinnidos, Cocolitofóridos, Cyanophytas, Microflagellates and Ciliados were found in a low concentration.

In cell counts *Thalassiosira subtilis* and *Gymnodinium* sp., were the species of high occurrence in all the Bays, except for Isabela wich presented a bloom of *Chaetoceros curvisetus*. In net samples (50u), on Isabela Island and Floreana Island indicators species of upwelling were registered, among them we found: *Corethron criophilum*, *C. curvisetus*, *Thalassiosira subtilis*, *Gymnodinium* sp.; On San Cristóbal y Santa Cruz the species diversity evidenced a mixture zone mainly with species of tropical warm conditions as *Ceratocorys horrida*, *Blepharocysta splendor*, *C. tripos*, *C. trichoceros*, *C. deflexum*, *C. contortum*, *C. vultur*, *C. massiliense*, *C. strictum*, *Dinophysis caudata*, *D. forthii*, *D. doriform*, *Ornithocercus steinii*, *O. magnificus*, *Goniodoma polyedricum*, *Gonyaulax* sp. The distribution of species presented a particular characteristic for each Bay. Furthermore, some benthic species were observed wich are indicators from strong turbulence zones in the water column.

As a general rule for the season between September and October of 1999, was observed a good biological productivity associated with the current of Cromwell with light indicator toward the next seasonal change, prbably by local and extra regional process influence of the climate conditions.

RESUMEN

Se presentan las investigaciones de clorofila, contajes, y métodos cualitativos o indicadores (red 50u), que utilizados simultáneamente aportaron valiosa información ecológica sobre la comunidad del fitoplancton realizadas en cinco Bahías de Galápagos: Bahía Naufragio (Isla San Cristóbal), B. Pto.Velasco Ibarra (Isla Floreana), B. Villamil (Isla Isabela), B. Academia (Isla Santa Cruz), B. Darwin (Isla Genovesa), durante septiembre-octubre/1999.

La biomasa en peso (clorofila) de 0.560 mg/m³ corresponde a una biomasa celular de 403.628 cel/l, es decir una relación de 1:1, con excepción del área de afloramiento en Isabela que fue 1:3 (1.546 mg/m³: 5405.123 cel/l).

Se identificaron 71 especies en muestras de agua y 132 especies en muestras de red (50u) en la comunidad del fitoplancton en cada Isla. Las diatomeas prevalecieron dominantes y en menor concentración los dinoflagelados, tintinnidos, cocolitofóridos, cyanophytas, microflagelados y ciliados.

En contajes *Thalassiosira subtilis* y *Gymnodinium* sp., fueron las especies de mayor ocurrencia en todas las Bahías, a excepción de Isabela que presentó un bloom de *Chaetoceros curvisetus*. En muestras de red (50 u), en Isabela y Floreana se registraron especies indicadoras de afloramientos: *Corethron criophilum*, *C. curvisetus*, *Thalassiosira subtilis*, *Gymnodinium* sp.; San Cristóbal y Santa Cruz la diversidad de especies evidenciaron una zona de mezcla principalmente con especies de condiciones cálidas tropicales como *Ceratocorys horrida*, *Blepharocysta splendor*, *C. tripos*, *C. trichoceros*, *C. deflexum*, *C. contortum*, *C. vultur*, *C. massiliense*, *C. strictum*, *Dinophysis caudata*, *D. forthii*, *D. doriform*, *Ornithocercus steinii*, *O. magnificus*, *Goniodoma polyedricum*, *Gonyaulax* sp. La distribución y dominancia de especies presentó una característica particular para cada Bahía. Además, se observaron algunas especies de carácter béntico, indicando zonas de fuerte turbulencia en la columna de agua.

¹ Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil - Ecuador. Fax (5934)485166. E-Mail: inocar@inocar.mil.ec

Artículo presentado en el VI Congreso Nacional de Ciencias, Ambato 1 de noviembre de 2000

En general para la época de septiembre-octubre de 1999, se registró una buena productividad biológica asociada a la corriente de Cromwell con ligeros indicios hacia el próximo cambio estacional, posiblemente por procesos de influencia local y extra regional de las condiciones climáticas.

INTRODUCCION

El estudio ecológico de las tramas alimentarias nos permiten tener conocimientos sobre las relaciones en las transferencias a otros niveles tróficos interespecíficos entre los organismos productores-consumidores y su acción positiva en la bioeconomía natural de las Islas Galápagos.

Existe poca información en estudios fitoplanctónicos relacionados directamente con las Bahías de las Islas Galápagos. Uno de los aportes principales son los efectuados por Maxwell (1974), realizó estudios de productividad biológica mediante mediciones de clorofila "a" alrededor de Isabela, concluye que existen diferencias entre aguas del este con las del oeste, mencionando dos características durante el estudio: a) Clorofila $> 1 \text{ mg/l}$ $>$ productividad en julio septiembre octubre y diciembre; b) Clorofila $< 1 \text{ mg/l}$ $<$ productividad en enero, febrero, abril y junio. Posteriormente, Fieldman (1984-1985) mencionó que en épocas no EL Niño la mayor productividad se registró hacia el oeste de Isabela y Fernandina (julio-marzo); Ackleson (1986) enfatiza la importancia de estudios de las floraciones del fitoplancton en las Islas Galápagos debido a su interrelación con las pesquerías comerciales - artesanales y su proyección en la Reserva Marina de Galápagos.

Jiménez (1989), reporta por primera vez en Galápagos una marea roja causada por *Messodinium rubrum* y *Prorocentrum gracile* con 21'300.000 y 2.340 cel/l., con alta mortalidad de peces principalmente al sur de Isabela y en el Canal Bolívar, con cientos de peces muertos cerca de Puerto Villamil. El mismo autor reportó otra marea roja causada por *Messodinium rubrum* en febrero y marzo 1985. Pobladores de Pto. Ayora (Santa Cruz) reportaron haber observado manchas rojizas cerca de Punta Espinoza, posiblemente fue uno de los primeros reportes de marea roja para esta isla.

Es importante evaluar la biomasa, diversidad y relación del fitoplancton con los cambios extratropicales océano-atmósfera que interactúan con el Evento El Niño y su influencia sobre la variabilidad climática (ciclos biogeoquímicos), especialmente sobre la última década no han sido bien entendidos (Karl, 1999). Mediante el aporte de esta investigación, será dar una evaluación sobre la distribución cuali-cuantitativa del fitoplancton y paralelamente iniciar una base de datos en 5 bahías de las Islas Galápagos.

METODOLOGIA

Durante el segundo Crucero Oceanográfico Insular de Galápagos del B/I ORION (septiembre-octubre/1999),

adicionalmente se realizaron muestreos en embarcaciones pequeñas "balleneras" en superficie y fondo con un total de 32 estaciones costeras (Fig.1), en la Bahía Naufragio (Isla San Cristóbal), B. Pto.Velasco Ibarra (Isla Floreana), B. Villamil (Isla Isabela) , B. Academia (Isla Santa Cruz), B. Darwin (Isla Genovesa).

Para la recopilación de la información biológica en biomasa del fitoplancton (clorofila "a" y contajes celulares), se tomaron las muestras mediante una botella Van Dorn. El contenido de muestras para Clorofila "a" fue un litro de agua en los niveles superficiales, medio (4 m), fondo (10 m) de profundidad, las muestras fueron procesadas 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, las lecturas se realizaron directamente en el tubo de fluorescencia. Para los cálculos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 17 (1966).

Las muestras para contajes celulares, se efectuaron con el método de Uthermohl en los niveles de 0, 4, 8,10 metros de profundidad se fijaron con solución de lugol. Las muestras previamente homogenizadas, se colocaron en cámaras de sedimentación de 25ml por un período de 24 horas y examinadas en un microscopio invertido a 400X de magnificación, mediante formulación los datos son convertidos en cel/l.

Para los análisis cualitativos o bioindicadores del fitoplancton, se realizaron arrastres superficiales con una red de 50 micras por 10 minutos a una velocidad de 2 nudos, las muestras fueron fijadas con formol al 4% neutralizado con bórax.

AREA DE ESTUDIO

El Archipiélago de Galápagos comprende alrededor de 14 islas y unos sesenta islotes, ofreciéndonos unos 1.400 km de costas. La mayor parte del litoral está constituido por lavas y en menor escala por tobas. Los sedimentos movedizos, arenas volcánicas y organógenos son menos abundantes que los sustratos rocosos. Las playas se encuentran próximas al lugar de origen de los sedimentos; las playas de arenas orgánicas numerosas y más importantes que las formadas por productos volcánicos, se originan en el fondo de las bahías y a lo largo de las costas poco profundas en donde crecen los corales.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

EVALUACION DE LA PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA

Se presentan las investigaciones de clorofila (peso algal), contajes (volumen celular), y métodos cualitativos e indicadores (red), que utilizados simultáneamente aportaron valiosa información ecológica de la comunidad del fitoplancton en cada área de estudio de las I. Galápagos, estos cambios locales probablemente son derivados por fuertes turbulencias que son más intensas durante este estudio (Abbott 1982; Karl, 1999). A continuación se describe la biomasa fitoplanctónica considerando su distribución y comportamiento.

BAHIA NAUFRAGIO (ISLA SAN CRISTOBAL)

El promedio de clorofila "a" superficial fue de 0.45 mg/m³ y subsuperficial de 0.56 mg/m³. El promedio de feopigmentos superficial fue de 0.80 mg/m³ y subsuperficial de 0.46 mg/m³.

El promedio celular fue de 434.012 cel/l, la mayor concentración superficial 506.583 cel/l, (E 6) pero en el fondo fue aún mayor con 1173.388 cel/l en el área central de la bahía (E 2). Se registraron 55 especies en superficie y 65 en el fondo (10m), con dominancia de diatomeas. *T. subtilis* (31%) como especie dominante; *Gymnodinium sp.*, *P. delicatissima*, *P. longissima*, *L. flabellata*, *M. rubrum* en orden de abundancia relativa en superficie; mientras que en la parte subsuperficial *T. subtilis* se mantiene abundante, adicionándose *G. marina*, *Gymnodinium sp.*, *A. splendens*, *M. rubrum*, *P. delicatissima* fueron las especies más frecuentes (Fig. 2).

En muestras de red, el promedio de organismos fue 82.929 org/m³ y la máxima concentración de 222.696 org/m³. *Coscinodiscus radiatus* (44%) fue la especie dominante, en menor concentración *Coscinodiscus sp.*, *Planktoniella sol*, *Rhabdonema arcuatum* (Fig. 9). En esta bahía se encontró la mayor diversidad de especies de dinoflagelados (*Ceratium dens*, *C. massiliense*, *C. azoricum*, *C. tripos*, *Ceratocorys horrida*, *D. caudata*, *D. forthii*, *D. doriformum*, *Diplopeltosis minor*, *Goniodoma polyedricum*) indicadores de condiciones cálidas pero que se contradicen con los valores térmicos (18.08-19.38°C), indicando fuertes áreas de mezclas muy recientes.

BAHIA ACADEMIA (ISLA SANTA CRUZ)

El promedio de clorofila "a" superficial fue de 0.26 mg/m³ y 0.17 mg/m³ subsuperficial. el promedio de feopigmentos superficial fue de 0.32 mg/m³ y subsuperficial de 0.18 mg/m³.

El promedio celular fue de 468.211 cel/l, un perfil de mayor concentración celular se localizó hacia el lado oeste más externo de la bahía y la menor concentración hacia la parte este e interna. La mayor productividad se presentó a nivel superficial, con un total de 63 especies dominando las diatomeas (52 especies), dinoflagelados (6), otros (5). *T. subtilis* y *Gymnodinium sp.* fueron las

especies con gran porcentaje de ocurrencia superficial y subsuperficial (Fig. 3).

El INOCAR, durante 1989 a 1993 realizó monitoreos semanales de fitoplancton (cel/l) en Bahía Academia durante 1989 y 1993, esta información presentó variabilidad en la composición del fitoplancton para septiembre/octubre; 1989: *Navicula*, *Pseudonitzschia*, *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus*, *Diploneis*; 1990: *Coscinodiscus*, *Gymnodinium*, *Pseudonitzschia*, *Navicula*; 1991: *Pseudonitzschia*, *Gymnodinium*, *Coscinodiscus*, *Rhizosolenia*; 1992: *Pseudonitzschia*, *Gymnodinium*, *Navicula*, *Diploneis*, *Pinnularia*; 1993: *Pseudonitzschia*, *Gymnodinium*, *Pinnularia*, *Diploneis* (Datos no publicados), Estos resultados demuestran que existe una dominancia principalmente por diatomeas que difieren ligeramente con lo encontrado en septiembre-octubre/1999.

El promedio de organismos fue de 36.923 org/m³, la mayor diversidad se localizó hacia la parte interna de la Bahía. La mayor concentración de organismos en red ligeramente registró un patrón inverso a la biomasa celular. Las principales especies más frecuentes fueron *Coscinodiscus sp.*, *Oscillatoria sp.*, *P. sol*, *C. affinis*, *P. sulcata*, *R. imbricata*, *A. heptatis*, *B. pulchellum* (Fig. 9). La más alta diversidad de dinoflagelados se localizó en la Est. 7 y 8 coincidente con menores valores de fosfatos y nitratos; la temperatura fluctuó entre 20.34 y 21.69°C. Los dinoflagelados (*Ceratium vultur*, *C. massiliense*, *C. contortum*, *C. strictum*, *C. deflexum*, *C. trichoceros*, *Ceratocorys horrida*, *D. forthii*, *D. doriformum*, *Goniodoma polyedricum*, *Protoperidinium sp.*, *P. elegans*, *P. simulum*, *P. quarnerense*) presentaron un incremento con una ligera similitud a los encontrados en San Cristóbal. *Oscillatoria sp.* fue frecuente sólo en esta Bahía.

B. PTO. VELASCO IBARRA (ISLA FLOREANA)

El promedio de clorofila "a" superficial fue de 0.34 mg/m³ y feopigmentos 0.34 mg/m³. Se identificaron 57 especies en contajes celulares (43 especies de diatomeas, 7 dinoflagelados y 7 otras especies) en la columna de agua de 0-8 m; la abundancia promedio fue de 308.662 cel/l con un máximo de 407.623 cel/l en la estación 3. Las diatomeas (67%) prevalecieron dominantes en el perfil de agua. Las especies de mayor ocurrencia fueron *Gymnodinium sp.*(21%), *T. subtilis*(16%) en superficie estas mismas especies presentaron un patrón inverso a 8 metros de profundidad; también se registraron *P. longissima*, *P. delicatissima*, *M. rubrum*, *L. flabellata*, *P. micans*, *Navicula sp.*, *Oxytoxum sp.*(Fig. 4).

Los organismos registrados en red presentaron un promedio de 53.043 org/m³, con dominancia de diatomeas *S. unipunctata*, *C. radiatus*, *Coscinodiscus sp.*, *C. criophilum* (Fig. 9). Los tintinnidos y cocolitofóridos fueron muy frecuentes en esta bahía caracterizando aguas afloradas; en menor concentración se observaron los dinoflagelados *C. azoricum*, *C. platicorne*, *C. horridum*, *P. quarnerense*, *P. oceanicum*.

BAHIA VILLAMIL (ISLA ISABELA)

El promedio de clorofila fue de 1.02 mg/m^3 a nivel superficial y 0.78 mg/m^3 subsuperficial; el promedio de feopigmentos superficial fue de 0.71 mg/m^3 y subsuperficial de 0.39 mg/m^3 . En esta Bahía se registraron las máximas concentraciones de clorofila (1.66 mg/m^3) en relación a las otras bahías en estudio. Los resultados de Maxwell (1974) para Isabela, presentaron resultados similares para la época seca con clorofila mayor a 1 mg/m^3 .

El promedio celular fue de 2717.170 cel/l , se evidenció un perfil central (Est. 2,5,8) de mayor concentración ($4889.115\text{-}5350.930 \text{ cel/l}$), hacia la parte oeste y este de este perfil se observaron bajas concentraciones principalmente hacia el este. Esta bahía fue la única que se obtuvieron 3 niveles de profundidad, observándose que en superficie y fondo presentaron mayor concentración celular y en la parte intermedia menor concentración, probablemente en este nivel las corrientes serían más fuertes; sin embargo, la dominancia de diatomeas fue similar en los 3 niveles. *Chaetoceros curvisetus* fue la especie dominante en superficie (69%) y fondo (74%), mientras que en el nivel medio fue *Thalassiosira subtilis* (38%), *C. curvisetus* (21%) y *Gymnodinium sp* (17%) (Fig. 5), esto explica que en el nivel intermedio existe una corriente asociada con aguas afloradas. Bahía Villamil (Isabela), presentó mayor productividad y está relacionada directamente con el afloramiento al oeste de Galápagos. Además, puede que su mayor productividad este relacionada con la topografía submarina, que es muy diferente a las otras bahías a excepción de Genovesa.

Se registró un bloom de *C. curvisetus* (99%) en muestras de red (50u), su concentración fue equivalente a un "caldo de cultivo" de esta especie en superficie (Fig. 6), se registró la menor diversidad de especies (63 especies) en relación a otras áreas de estudio. Adicionalmente, en esta bahía se observó una frecuencia de *Coccolitofóridos* (*Coccolithus pelagicus*) y *Tintinnidos* (*Eutintinnus lussundae* y *Tintinnopsis sp.*). Sin embargo, la presencia de ciertas especies de dinoflagelados de condiciones oceánicas-cálidas como *Gonyaulax sp.*, *P. oceanicum*, con rangos de temperatura entre $21.5^\circ\text{-}22.6^\circ\text{C}$ evidenciaron ligeras anomalías.

BAHIA DARWIN (ISLA GENOVESA)

El promedio de clorofila "a" superficial fue de 0.50 mg/m^3 y 0.70 mg/m^3 subsuperficial, el promedio de feopigmentos superficial fue de 0.27 mg/m^3 y subsuperficial de 0.37 mg/m^3 .

En cuanto a los contajes celulares a nivel superficial el promedio celular fue de 1566.873 cel/l , se encontraron las siguientes especies: *Chaetoceros cinctus*, *C. affinis*, *C. curvisetus*, *Thalassiosira subtilis*, *Pseudomitschia delicatissima*, *Gymnodinium sp.*, *Messodinium rubrum*, *Microflagelados* (Fig. 7). En red no se obtuvieron muestras.

CONCLUSIONES

Las investigaciones cuali-cuantitativa del fitoplancton que utilizados simultáneamente han aportando valiosa información en Galápagos. En relación a la distribución de especies por los métodos enunciados, en el de contaje celular presentó una ligera homogeneidad en la diversidad de especies en las bahías a excepción de B. Villamil; en el otro método cualitativo se observó una heterogeneidad en la distribución y variabilidad de especies, posiblemente por procesos de influencia local y extra regional de las condiciones climáticas que han permitido una comunidad ecológica característica para cada bahía.

La biomasa promedio en peso (clorofila "a") de 0.560 mg/m^3 corresponde a una biomasa promedio celular de 403.628 cel/l es decir una relación de 1:1, con excepción del área de afloramiento en Isabela que fue 1:3 (1.546 mg/m^3 : 5405.123 cel/l), (Fig. 8).

Se identificaron 71 especies en muestras de agua y 132 especies en muestras de red. Las diatomeas prevalecieron dominantes y en menor concentración los Dinoflagelados (Fig. 7), *Tintinnidos*, *Coccolitofóridos*, *Cyanophytas*, *Microflagelados* y *Ciliados*. Semina (1962), menciona que no encontró especies comunes para muestras colectadas con red y botellas Nansen, coincidiendo con la diferenciación registrada con los datos de esta investigación.

La mayor concentración celular se presentó en B. Villamil con 5405.123 cel/l coincidente con los máximos de clorofila; en las Bahías Naufragio, Academia, Pto. Velasco Ibarra y Darwin presentaron un promedio de 403.628 cel/l . El mayor número de especies se registró en I. Isabela (71), con un promedio de 54 especies en toda el área de estudio. *Thalassiosira subtilis* y *Gymnodinium sp.*, fueron las especies de mayor ocurrencia en todas las Bahías (Fig. 8); un bloom de *Chaetoceros curvisetus* se registró solo en Isabela.

Además, en las bahías se observaron algunas especies de carácter béntico (*Amphora alata*, *Cocconeis sp.*, *Pleurosigma angulatum*, *P. nicobaricum*, *Pinnularia sp.*, *Striatella unipunctata*, *Licmophora abbreviata*, *L. unipunctata*, *Grammatophora oceanica*, *G. marina*, *Tropidoneis sp.*), indicando zonas de fuerte turbulencia en la columna de agua que posiblemente se asocia a la teoría de Middleton et al. (1993), que reportan la presencia de una alto nivel de turbulencia aparentemente causada por la frecuencia sub-energética de las corrientes con las costas y/o topografía del fondo en Australia.

Los análisis de red de las bahías mostraron una gran variabilidad en la comunidad del fitoplancton en cada Isla, refiriéndose como un acondicionamiento biológico enunciado por Barber y Ryther (1969), que las sustancias queladoras naturales puede ser beneficioso específicamente para los cambios químicos que ocurren como las aguas afloradas de la corriente de Cromwell. En

Isabela y Floreana se evidenciaron especies indicadoras de afloramientos, mientras que en San Cristóbal y Santa Cruz se encontraron especies de condiciones frías y algunas especies de masas de aguas cálidas (*Ceratocorys horrida*, *Blepharocysta splendor*, *C. tripos*, *C. trichoceros*, *C. deflexum*, *C. contortum*, *C. vultur*, *C. massiliense*, *C. strictum*, *D. caudata*, *D. forthii*, *D. doriform*, *Ornithocercus steinii*, *O. magnificus*, *G. polyedricum*, *Gonyaulax* sp.); que contradicen la información térmica (18.08-19.38°C), cuya presencia probablemente se deba a la influencia de la próxima época estacional.

La distribución de especies (red 50u), presentó una característica particular para cada Bahía: En Isabela fue dominante *C. curvisetus*, en Floreana con *Corethron criophilum*, *Striatella unipunctata*, *Coscinodiscus* sp., *C. radiatus*; San Cristóbal con dominancia de *C. radiatus*, *Planktoniella sol*, *Rhabdonema arcuatum*, *S. unipunctata*, Santa Cruz con *Coscinodiscus* sp, *P. sol*, *Chaetoceros affinis*, *R. hebetata*, *Oscillatoria* sp (Fig. 9); en I. Genovesa predominaron *C. cinctus*, *C. affinis*, *C. curvisetus*, *T. subtilis* y *P. delicatissima*.

Los reportes de Jiménez (1989), sobre la presencia de mareas rojas por *M. rubrum* y *P. gracile*, al comparar con los resultados de este artículo se reporta un incremento notable de *M. rubrum* y *P. micans*. Sin embargo, *Gymnodinium* sp. presentó la mayor biomasa celular en algunas bahías, en New Zealand y Chile se han reportado mareas rojas por esta especie (Mackenzie et al. 1996)

En general para la época de septiembre-octubre de 1999, se registró una buena productividad biológica asociada principalmente a la corriente de Cromwell y posiblemente sea incrementada por la corriente de Humboldt, la presencia de algunas especies dan ligeros indicios hacia el próximo cambio estacional, posiblemente por procesos de influencia local y extra regional de las condiciones climáticas.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros agradecimientos a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada, al Personal del B/I Orión por el apoyo dado para realizar esta investigación. A la Dra. Gualancañay por la lectura y valiosas sugerencias al manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

Abbott D., 1982. Compendio de ciencia en Galápagos. Publicación de la Estación Científica Charles Darwin, Febrero 1981 pp.57.

Barber R. and J. Ryther, 1969. Organic chelators: factors affecting Primary production in the Cromwell current upwelling. J. exp. Mar. Biol. Ecol, 3: 191-199.

Barber R., 1998.- Why is aquatic epidemiology changing now? Has a changing climate played a key role. Dissertation Abstracts. Duke University.

Carrie L., 1998.- El Niño, iron, and the central equatorial Pacific ecosystem: A modeling study. Dissertation Abstracts. Aslo.org.

Chisholm S., 1998. Dealing with diversity: Estructure and Function in Ocean Ecosystems. Massachusetts Institute of Technology. Code: Plenno1030S.

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

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

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

Jiménez, R. 1980.- Composición y biomasa del plancton en el frente ecuatorial. Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 1(1):11-17.

Karl D., 1999. The changing sea: Long-term biogeochemical variability in the subtropical North Pacific. Earth System Monitor, Vol. 9(4), Junio/1999.

Maxwell, D., 1974.- Marine Primary Productivity of the Galapagos Archipelago. Degree Doctor of Philosophy of the Ohio State University.

Middleton J., Griffin D. and A. Moore, 1993. Oceanic circulation and turbulence in the coastal zone. Continental Shelf research, 13 (2/3): 143-168.

Semina 1962 Phytoplankton from the central Pacific collected along the meridian 174°W, part I. Methods and taxonomy. Inst. Okeanol., 58:3-26.

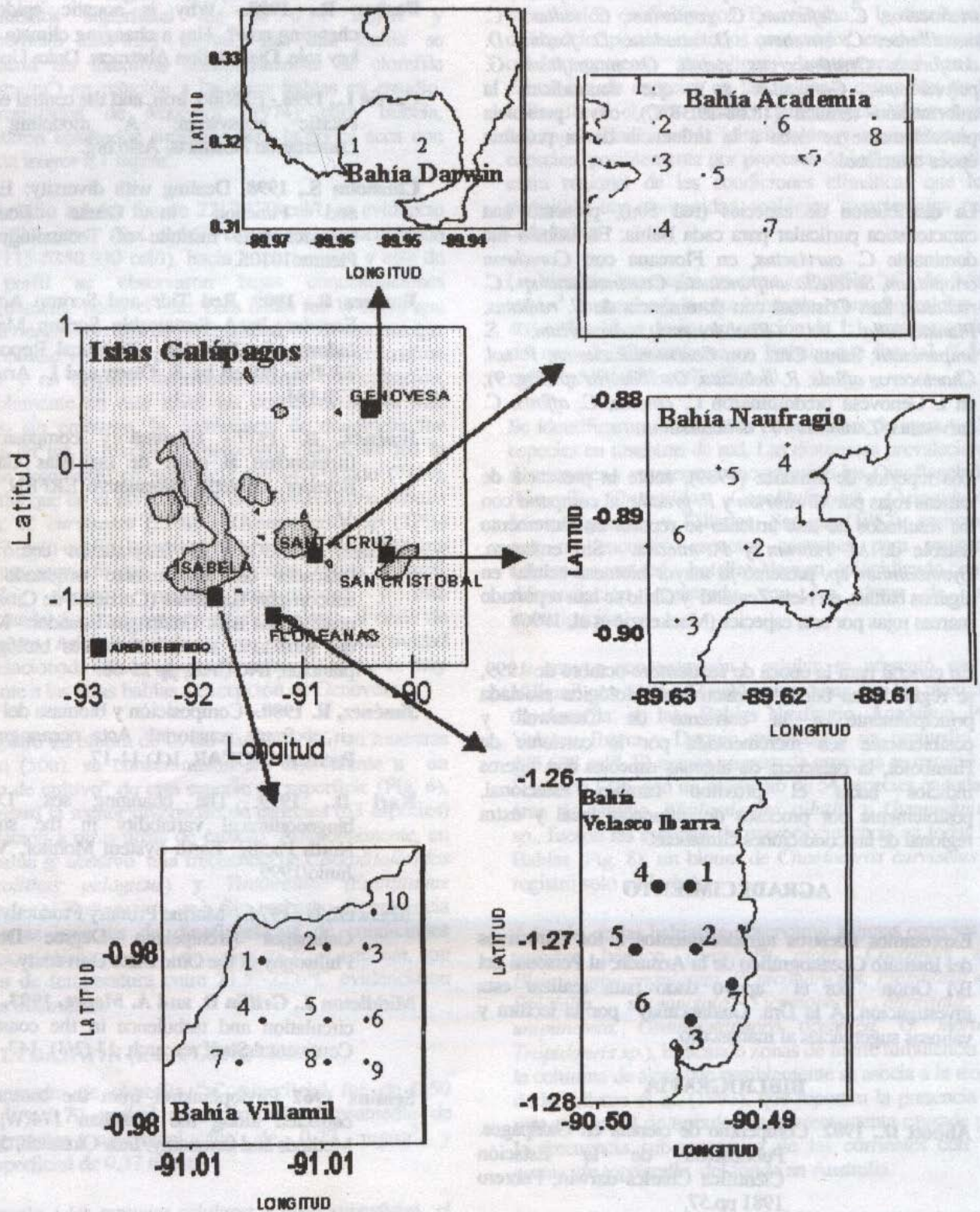


Figura 1.- Región Insular de Galápagos: área de estudio en 5 Bahías: Darwin, Academia, Naufragio, Velasco Ibarra y Villamil.

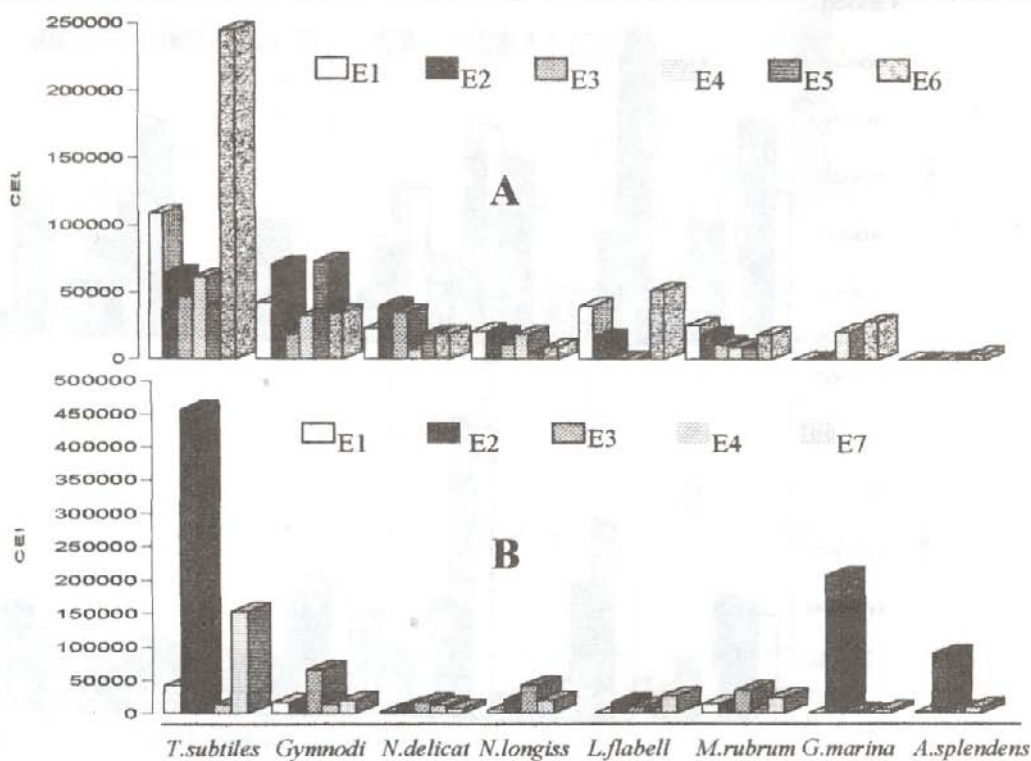


Fig. 2.- Distribución superficial (A) y subsuperficial (B) de las principales especies fitoplanctónicas (*T. subtiles*, *Gymnodinium* sp, *N. delicatissima*, *N. longissima*, *L. flabellata*, *M. rubrum*, *G. marina*, *A. splendens*) en Bahía Naufragio, Isla San Cristóbal.

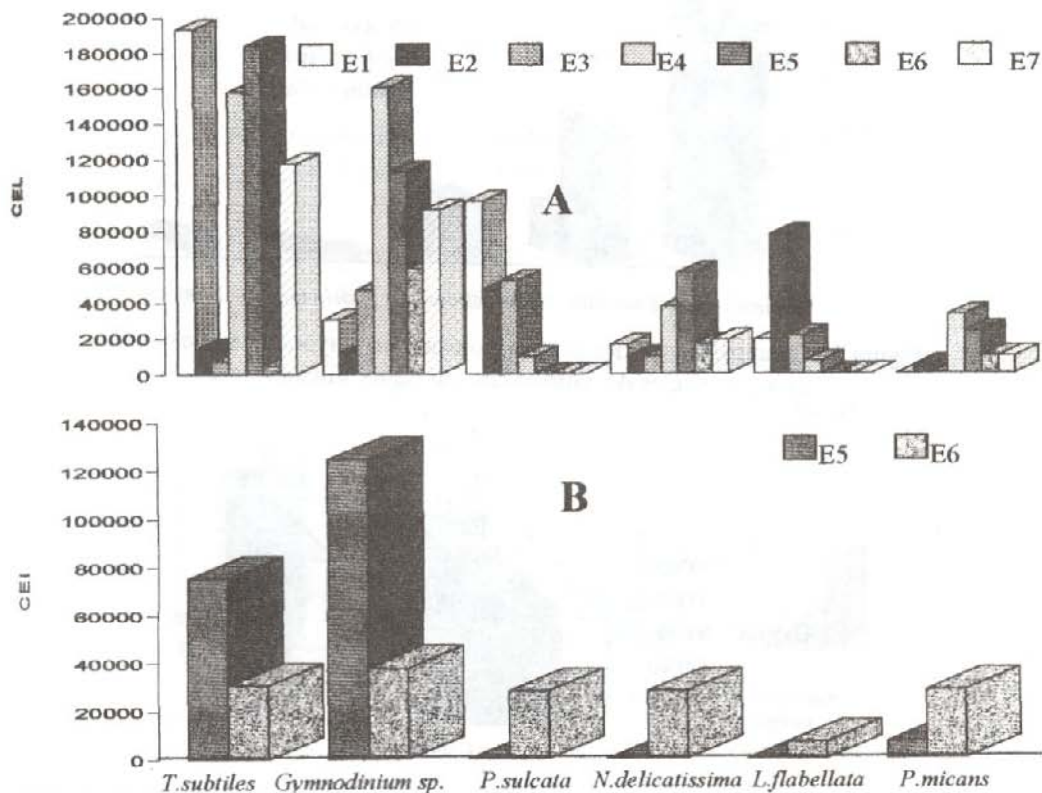


Fig. 3.- Distribución superficial (A) y subsuperficial (B) de las principales especies fitoplanctónicas (*T. subtiles*, *Gymnodinium* sp, *P. sulcata*, *N. delicatissima*, *L. flabellata*, *P. micans*) en Bahía Academia, Isla Santa Cruz.

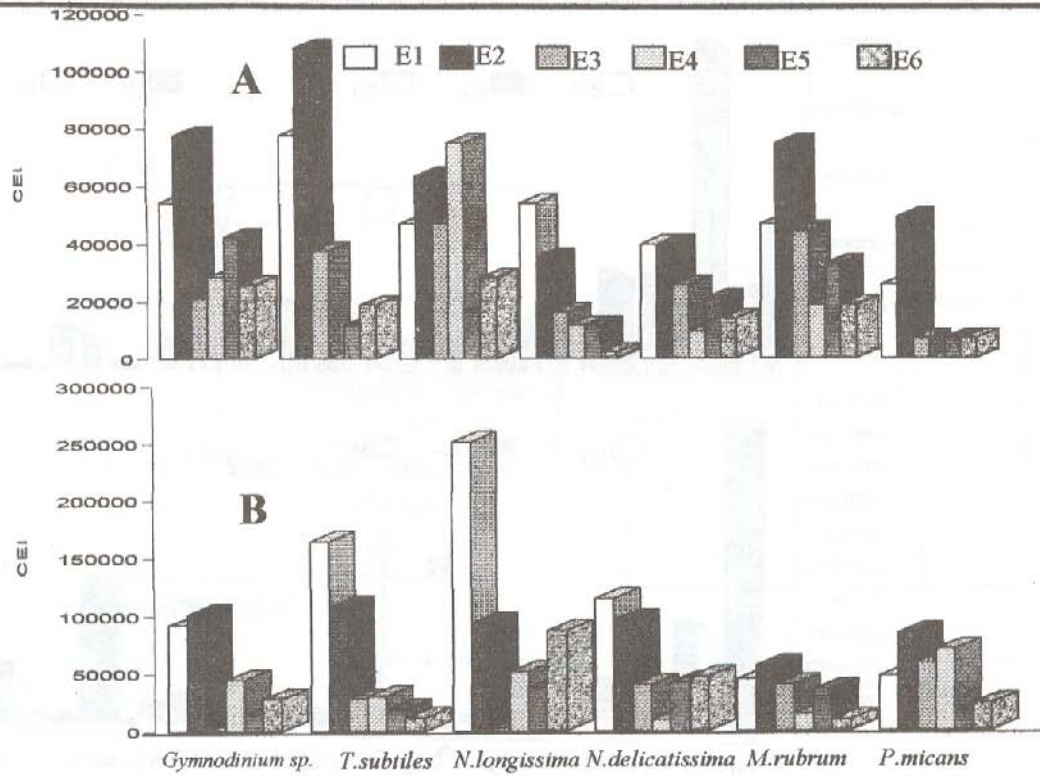


Figura 4.- Distribución superficial (A) y subsuperficial (B) de las principales especies fitoplanctónicas en Bahía Velasco Ibarra, Isla Floreana.

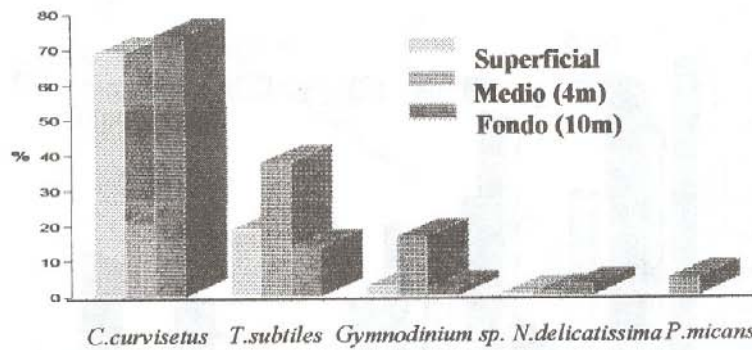


Figura 5.- Principales especies fitoplanctónicas con mayor contenido celular con tres niveles de profundidad, en Bahía Villamil- Isla Isabela.

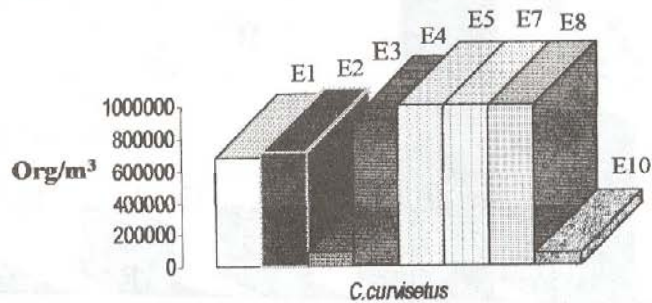


Fig. 6.- Distribución de *Chaetoceros curvsetus* (red 50u), en B. Villamil, Isabela.

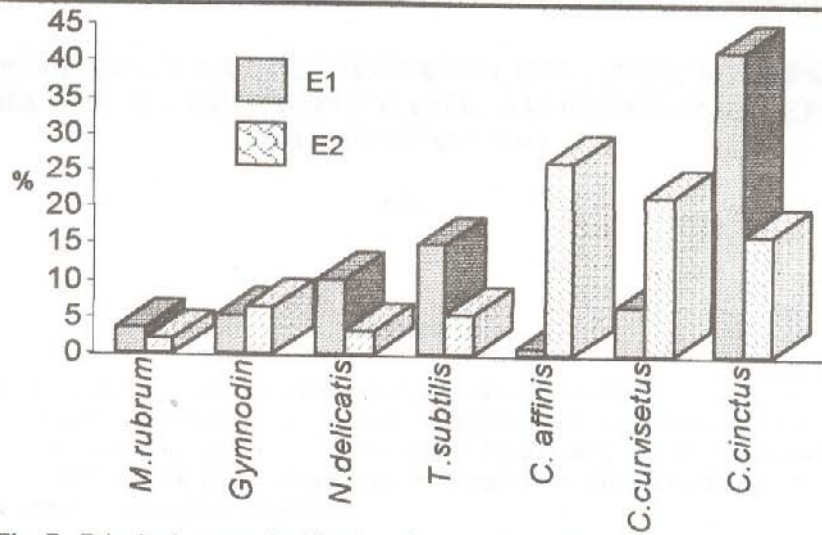


Fig. 7.- Principales especies fitoplanctónicas (%) en Bahía Darwin, Isla Genovesa.

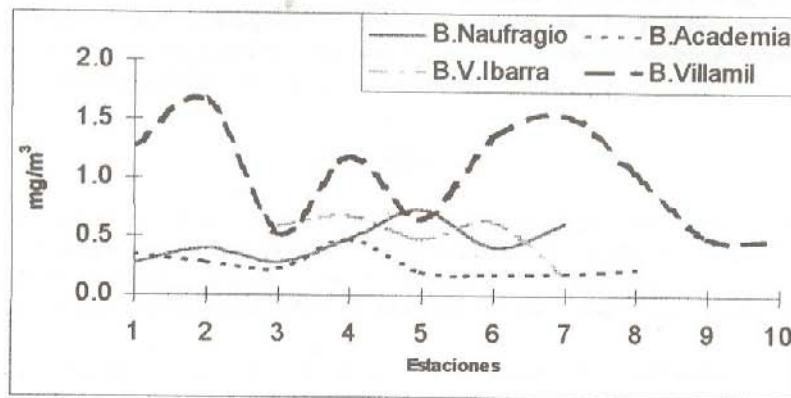


Figura 8.- Distribución de Clorofila "a" superficial en Bahía Naufragio, B. Academia, B. Velasco Ibarra y B. Villamil.

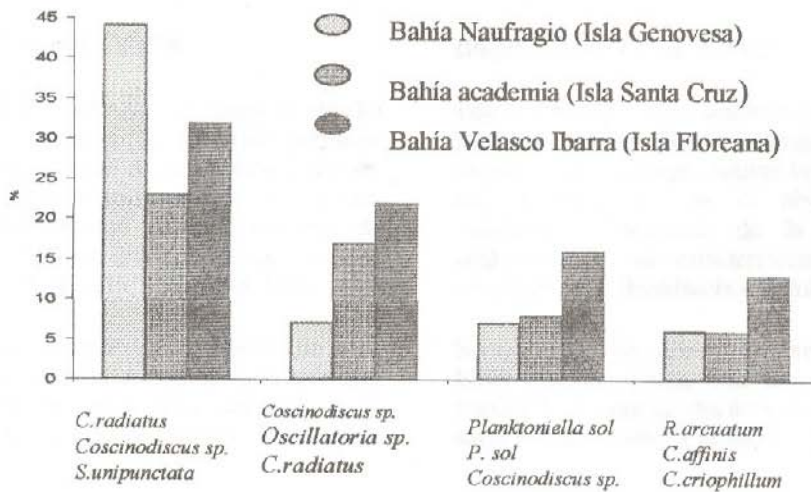


Figura 9.- Distribución superficial (%) de las principales especies fitoplanctónicas (red 50 u) en San Cristóbal, Santa Cruz y Floreana (Galápagos).