

PLANCTON ALREDEDOR DE LAS ISLAS GALAPAGOS, DURANTE EL CRUCERO OCEANOGRÁFICO EFECTUADO EN MAYO DE 2004*

Maria Elena Tapia¹
Christian Naranjo¹

Abstract

The paper has reference of the composition and distribution of the species the phytoplankton and Zooplankton around of Galapagos Islands. It was established 13 stations located in the sections following 92°-90° y 89° west, carry out during in may of 2004.

It was identified 58 species phytoplankton in water sample and 70 species in net (50u). The diatoms were dominants and low concentration was registered the Dinoflagellates, Coccolithophorides, Silicoflagellates, Cyanobacters, Tintinnoids.

The cellular biomass were represented main the species *Mesodinium rubrum* y *Gynodinium* sp. that were the high abundance, coincidental with the species obtained of net sample was registered *Rhizosolenia hebetata* and *Thalassiosira subtilis* that characteristic the most productivity in the sections 90° West and 1° sur.

The zooplankton were registered 17 taxa of Zooplankton represented the groups dominants the Copepods (35%), Chaetognaths (34%), and Zoeas of Brachiurus (11%) and it were frequent around the Galapagos Islands.

The species of Chaetognaths was registered the dominance *Sagitta enflata* asociated *S. pacifica* with the high density of individuals localized in the section 90° W and 1° north in the surface. Additionally it was registered the species *Sagitta hexaptera* determinance the high abundance in the subsurface in the section 89°W between the 1° to 3° sureast of the Galapagos Islands.

Resumen

El presente trabajo comprende la composición y distribución del plancton en las islas Galápagos. Para el efecto se establecieron 13 estaciones ubicadas en las secciones 92°- 90° y 89° W, realizadas en mayo del 2004.

Se identificaron 58 especies de fitoplancton en muestras de agua y 70 especies en muestras de red (50u). Las diatomeas fueron dominantes y en menor concentración se observaron los dinoflagelados, cocolitofóridos, silicoflagelados cianobacterias y tintinnídeos.

La biomasa celular estuvo representada principalmente por *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium* sp, especies que fueron las de mayor abundancia en la sección 90° W. Coincidentemente en las muestras de red se observaron *Rhizosolenia hebetata* y *Thalassiosira subtilis* características de una alta fertilidad a 1° sur de la sección 90° W.

En zooplancton se registraron 17 taxa zooplanctónicas destacándose entre los grupos dominantes los Copépodos (35%), Quetognatos (34%) y Zoeas de brachiúras (11) como grupos dominantes y frecuentes en el área de estudio.

De las especies de Quetognatos se reporta la dominancia de *Sagitta enflata* asociada a *S. pacifica* y su mayor concentración de individuos se localizó en la sección 90° W a 1° norte en la capa superficial. Adicionalmente se reporta la presencia de *Sagitta hexaptera* determinándose la mayor abundancia en la capa subsuperficial de la sección 89° W entre 1° sur a 3° sureste de las islas Galápagos.

¹ Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil-Ecuador. Fax: 2485166. E-Mail: mtapia@inocar.mil.ec - cnaranjo@inocar.mil.ec

Trabajo presentado en el VII Congreso de Ciencias del Mar - Cuba, 4-8 de diciembre de 2006

INTRODUCCION

El grupo de islas hoy conocidas con el nombre de Galápagos afloran sobre las aguas oceánicas del Pacífico Oriental en la era actual, en donde existe una amplia diversidad de especies en la flora y fauna marina comparado con otros ambientes marinos en el Pacífico oeste.

El área marítima alrededor de las islas Galápagos, que forma parte del Pacífico Ecuatorial Oriental, presenta características océano-atmosféricas muy particulares como producto de la interacción de varias masas de agua. El Archipiélago de origen volcánico tiene un interés científico y turístico mundial por su ecosistema único, se extiende desde el paralelo 1°40' norte con la isla Darwin hasta 1°30' sur con la isla Española, y desde el meridiano 89° W con la isla San Cristóbal hasta el meridiano 92°W con la isla Darwin, Knauss (1966).

Indudablemente el fitoplancton como producto directo del enriquecimiento de las aguas originadas por la emergencia en la superficie de la Subcorriente Ecuatorial tiene un gran valor para caracterizar esta condición oceanográfica que algunas veces es difícil de determinar solamente con datos de temperatura y salinidad pero que determina una alta productividad del fitoplancton al oeste de las islas Galápagos, Jiménez (1980).

En el ecosistema pelágico se han efectuado algunos estudios entre ellos se destacan los trabajos realizados por Bonilla (1983), que hace énfasis en un estudio del zooplancton entre las islas para determinar las mayores concentraciones de zooplancton y su relación con factores abióticos.

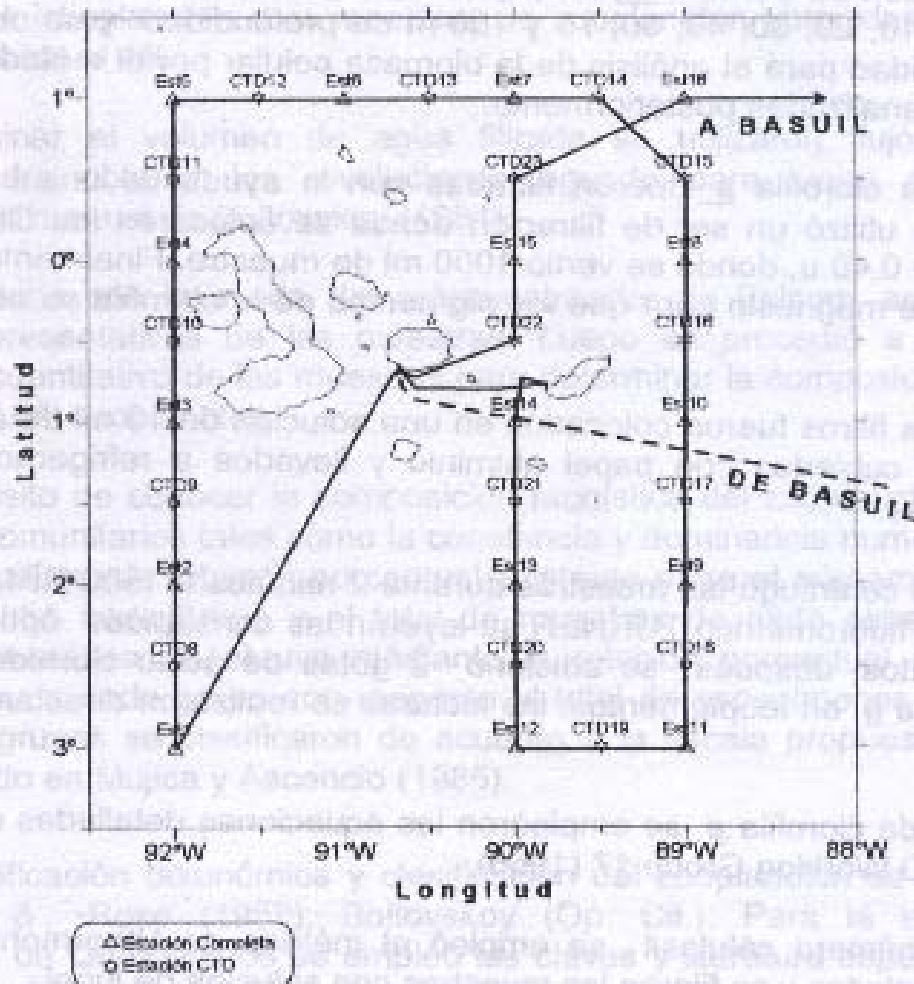
Arcos y Bonilla (1989), estudiaron la variación temporal del zooplancton de una estación fija en Bahía Academia (isla Santa Cruz), durante el período 1986-1988, estableciendo relaciones con la temperatura superficial del mar. Determinando que los principales grupos que componen el zooplancton fueron los copépodos, larvas de decápodos, huevos de peces, ostrácodos, pterópodos y apendicularios.

El zooplancton marino incluye representantes de todos los grupos de animales, tantos adultos como en etapas diversas del desarrollo.

AREA DE ESTUDIO

En la presente investigación, el área donde se efectuaron las estaciones oceanográficas para coleccionar las muestras de plancton corresponde entre 92°00'W , 90°00'W y 89°00'W desde los 1°00' norte hasta 3°00' sur alrededor de Galápagos (Fig 1).

TRACK DEL CRUCERO OCEANOGRÁFICO (INSULAR) CO-1-04



Los estudios desarrollados para conocer el régimen de circulación y su influencia sobre el plancton se basan fundamentalmente en las condiciones hidrográficas que caracteriza a cada masa de agua en particular.

La región de las islas Galápagos tiene la influencia directa de la Corriente Ecuatorial y corriente submarina, recibiendo además la influencia de la Corriente de Humboldt y la Contra Corriente Ecuatorial, Alvaríño y Leira (1986).

MATERIALES Y METODOS

FITOPLANCTON

En las estaciones oceanográficas se obtuvieron muestras de agua a ocho niveles de profundidad para análisis de clorofila *a* y feopigmentos (Método de fluorometría), conteo celular (Método de Uthermohl). En las estaciones diurnas se midió la penetración de la luz con la ayuda del disco Secchi). Para análisis cualitativo de fitoplancton se llevaron a cabo arrastres superficiales y verticales con red de 30 y 55µ; para análisis cuali y

cuantitativo del Zooplancton se realizaron arrastres oblicuos desde 150 m a la superficie y arrastres superficiales por 10 minutos empleando redes cónicas simples (WP-2) con una apertura de malla de 600 μ .

Para la determinación de clorofila a y feopigmentos se colectaron muestras de un litro de agua de mar a 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m de profundidad y se obtuvieron cinco niveles de profundidad para el análisis de la biomasa celular por el método de Uthermohl (sedimentación) y analizadas posteriormente.

Las muestras para clorofila a fueron filtradas con la ayuda de una bomba al vacío. Adicionalmente se utilizó un set de filtración donde se colocaron los filtros de fibra de vidrio Whatman de 0.40 μ , donde se vertió 1000 ml de muestra. Finalmente se adicionó 2 ml de carbonato de magnesio para que los pigmentos de la clorofila se adhirieran al papel filtro.

Posteriormente, los filtros fueron colocados en una solución de 10 ml de acetona al 90%, que luego fueron cubiertos con papel aluminio y llevados a refrigeración durante un período de 24 horas.

Al siguiente día se centrifugó las muestras durante 2 minutos a 1500 RPM. Luego con la ayuda del equipo fluorométrico TURNER se leyeron las densidades ópticas de clorofila a y de feopigmentos, después 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 de clorofila a se emplearon las ecuaciones detalladas en el manual de la SCOR UNESCO Working Group 17 (1966).

Para efectuar el número células/l se empleó el método de Uthermohl en los niveles anteriormente señalados y se fijaron las muestras con solución de lugol.

En el laboratorio, las muestras fueron previamente homogeneizadas y se colocaron en cámaras de sedimentación de 25 ml por un período de 24 horas, luego de lo cual fueron examinadas con un microscopio invertido a 400X de magnificación.

Para los análisis cualitativos de la comunidad fitoplanctónica se efectuaron arrastres superficiales utilizando una red cónica simple (WP-2), con un diámetro de 0.3 m y una apertura de malla de 50 μ . Los arrastres se realizaron durante 10 minutos a una velocidad de dos nudos. Las muestras fueron fijadas con formol al 4% previamente neutralizado con bórax.

Para el análisis de las muestras se tomó 2 alícuotas homogeneizadas que fueron previamente colocadas en porta objeto y sobrepuesto un cubre objeto de 20 x 20mm y con la ayuda de un microscopio binocular, se efectuó el análisis de toda el área del cubreobjeto, finalmente los datos fueron expresados en cel/m³.

Para el análisis de especies del fitoplancton se siguió la taxonomía de Cupp (1943), Taylor (1976), Jiménez (1983), Pesantes (1983), Balech (1995), Thomas (1997).

ZOOPLANKTON

Para el estudio de las comunidades del zooplancton se efectuaron un total de 13 arrastres superficiales realizados cada uno durante diez minutos a una velocidad aproximada de dos nudos, para ello se utilizaron redes cónicas simples (WP-2) con un diámetro de 0.30 m y con una apertura de malla de 335 μ y 600 μ para el estudio de zooplancton e ictioplancton. Las muestras de zooplancton obtenidas fueron preservadas con formaldehído al 4%.

Para determinar el volumen de agua filtrada se utilizaron flujómetros previamente calibrados para obtener las revoluciones/segundo para luego aplicar las fórmulas descritas en el manual de Boltovskoy (1981).

En el laboratorio con la ayuda del submuestreador de Folsom, se procedió a extraer alicuotas representativas de las muestras. Luego se procedió a efectuar el análisis cualitativo y cuantitativo de las muestras para determinar la composición y abundancia de la comunidad del zooplancton.

Con el propósito de conocer la composición faunística del zooplancton se determinó los parámetros comunitarios tales como la constancia y dominancia numérica. La constancia se calculó mediante la relación porcentual existente entre el número de muestras en las que se encontró cada grupo y el total de muestras de cada estrato; mientras que la dominancia numérica se obtuvo mediante la relación porcentual entre el número de zoopláncteres de cada grupo con respecto al total de especímenes colectados en cada estrato. Los grupos se clasificaron de acuerdo a la escala propuesta por Bodenheimer (1955), referido en Mujica y Ascencio (1985).

Para la identificación taxonómica y clasificación del zooplancton se utilizó las claves de Tregóuboff & Rose (1957); Boltovskoy (Op. Cit.); Para la identificación de los especímenes de Quetognatos se empleó las claves y literatura especializada de Bonilla (1983); Gasca & Suárez (1996) y Alvarino (1965).

RESULTADOS

FITOPLANCTON: SECCION 92°

DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE CLOROFILA a Y FEOPIGMENTOS

En la capa superficial se registró una relativa productividad de clorofila a, encontrándose concentraciones de 0.28 mg/m³ y 0.26 mg/m³ localizado a 0° y 1° norte correspondientes a las estaciones 4 y 5 respectivamente.

Las menores concentraciones de clorofila se registraron a los 3° sur (estación 1) con un valor de 0.08 mg/m³ (Fig.2)

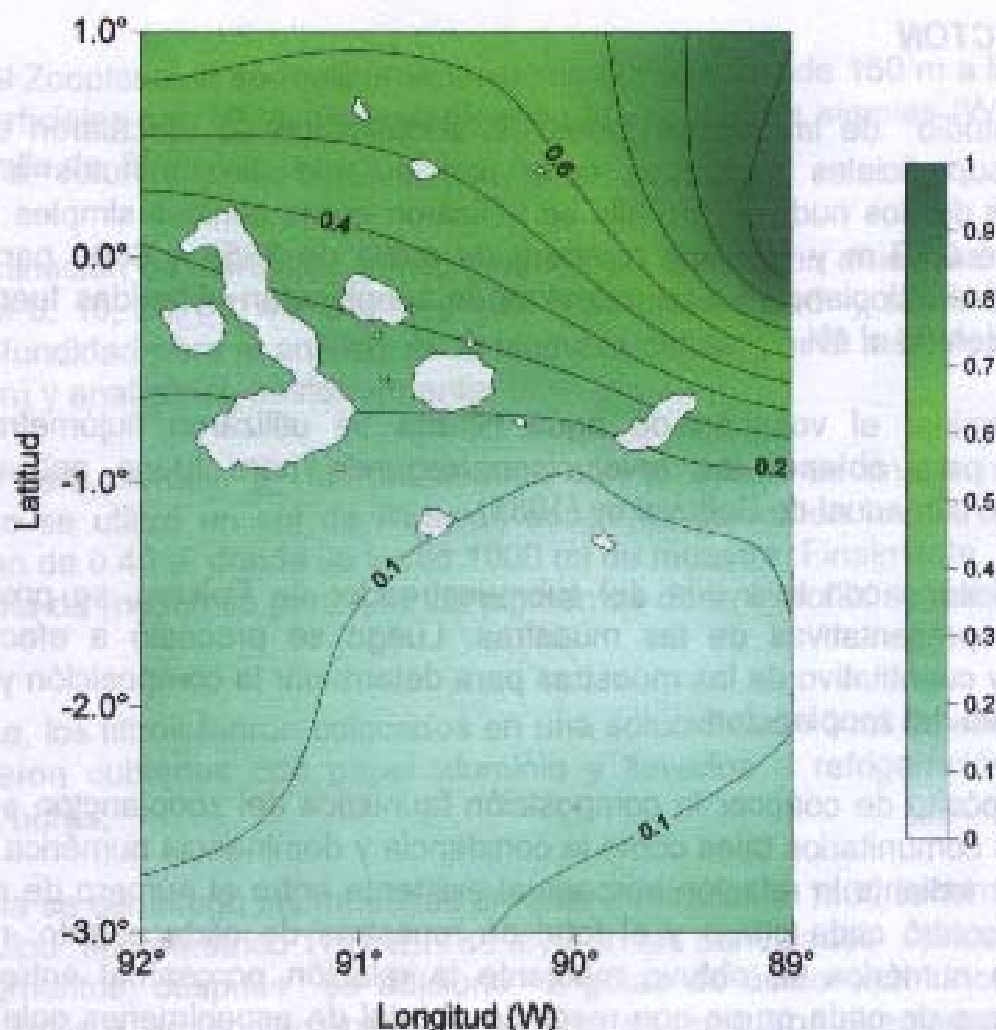


Figura 2. Distribución Superficial de Clorofila a en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

La distribución de las mayores concentraciones de feopigmentos se registró en la estación 5 localizada a 1° norte.

La biomasa de clorofila a y feopigmentos estuvo distribuida en la sección 92°W asociada a temperaturas superficiales que se distribuyeron de norte a sur con rangos de 24° y 20° C.

En la capa subsuperficial se presentó un incremento de las concentraciones de clorofila a que se distribuyó desde 1° norte a 3° sur, resaltando los valores de clorofila a que oscilaron entre 0.19 a 0.2 2 mg/m³ (estación 3 y 4), registrados en los niveles de 10 y 50 metros de profundidad.

Las mayores concentraciones de biomasa clorofilica a nivel subsuperficial se encontró a los 1° sur registrado a 50m de profundidad, con un valor de 0.92 mg/m³.

La distribución de las mayores concentraciones de feopigmentos mostró una variabilidad en la columna de agua entre los 0m a 40m, con valores que fluctuaron entre 0.12 a 0.36 mg/m³, relacionado con temperatura de 21°C (Fig.3)

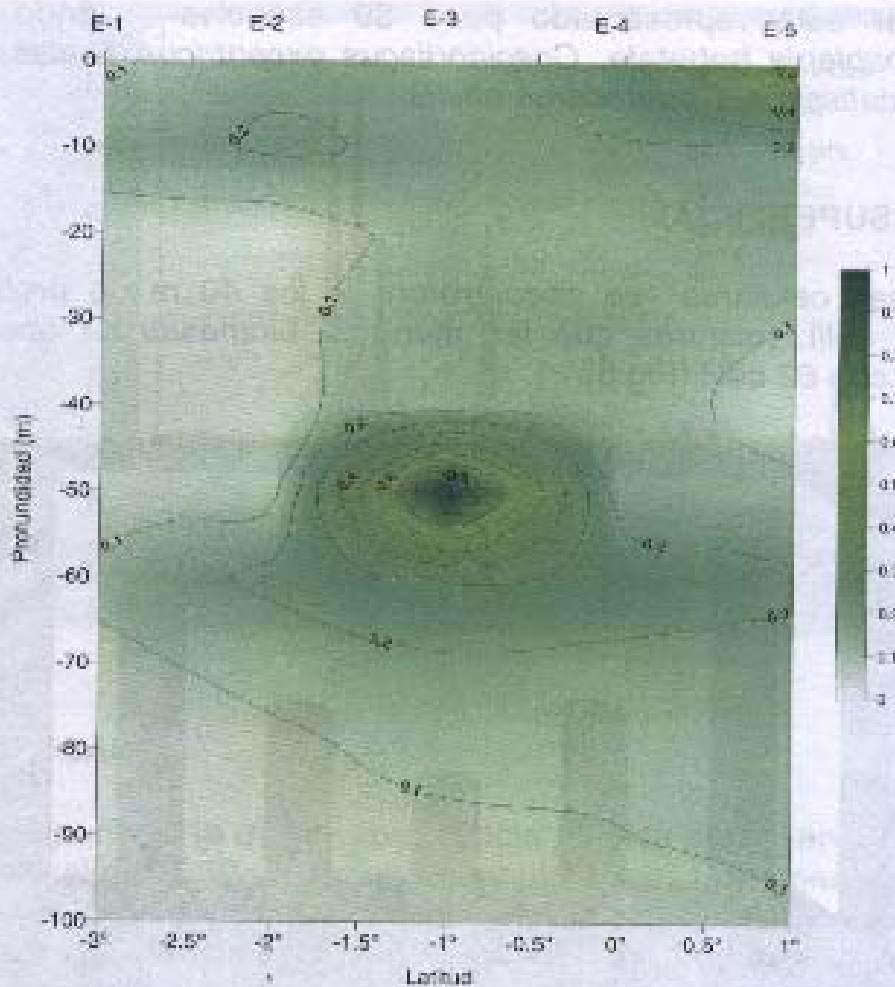


Figura 3. Distribución Vertical de Clorofila *a* en la Sección 92° W en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

BIOMASA CELULAR : DISTRIBUCION SUPERFICIAL

Las mayores concentraciones celulares se registraron en la estación 2, correspondiente a la sección 92°W con 298 cel/l; mientras que las menores biomásas se observaron en la estación 3 con 116 cel/l (Fig.4)

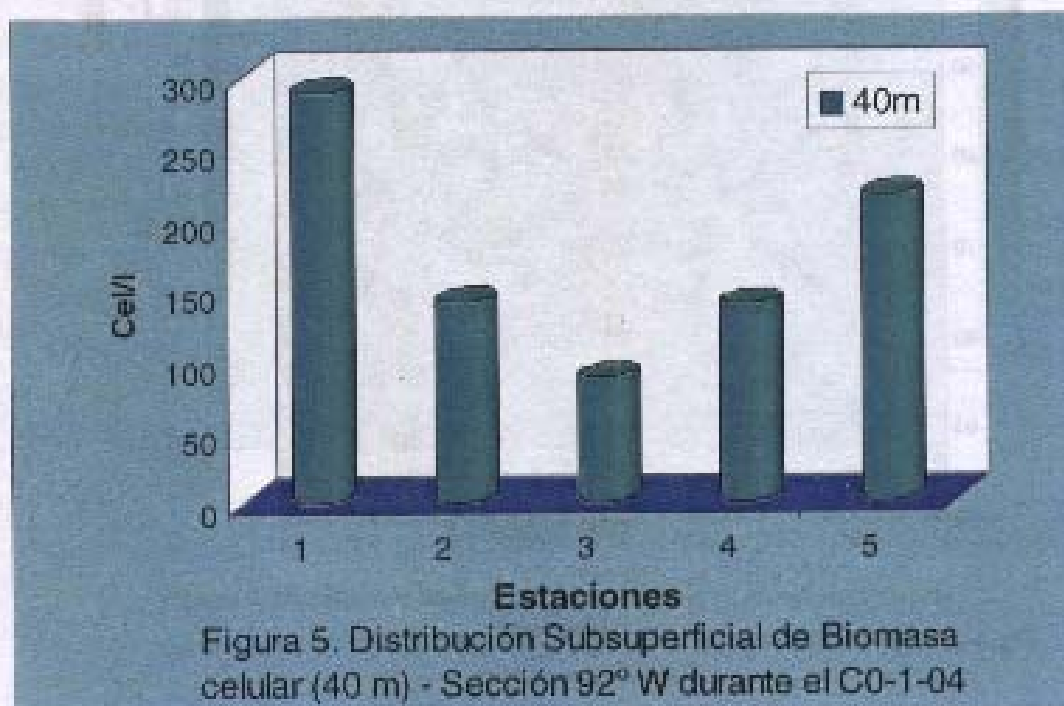


Figura 4. Distribución Superficial de Biomasa celular- Sección 92° W durante el CO-1-04

Esta biomasa celular está representado por 39 especies siendo las especies representativas *Rhizosolenia hebetata*, *Coscinodiscus excentricus* *Thalassiosira subtilis*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros affinis*.

DISTRIBUCION SUBSUPERFICIAL

Las mayores biomasa celulares se encontraron a los 40 m de profundidad de la estación 1, con 189 cel/l; mientras que las menores biomasa se observaron en la estación 2 a los 50 m con 62 cel/l (Fig.5)



La biomasa celular está representado por 58 especies siendo las especies representativas *Thalassiosira subtilis*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Rhizosolenia hebetata*, *Chaetoceros affinis*, *Coscinodiscus excentricus*.

FITOPLANCTON 50 μ : ARRASTRE SUPERFICIAL

A nivel superficial se registró una diversidad de especies reportándose un total de 1709 cel/m³ en la estación 2 y 70 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas (39), dinoflagelados (27), tintinnidos (4), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las más representativas *Coscinodiscus excentricus* (38%), *Asteromphalus brookei*(22%), *Rhizosolenia hebetata*(17%), *Pyrophacus steinii* (11%), *Pseudoeunotia doliolus* (2%) especies que presentaron una mayor concentración celular en el área comprendida de los 2° sur. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 1 con 238 cel/m³ (Fig. 6)

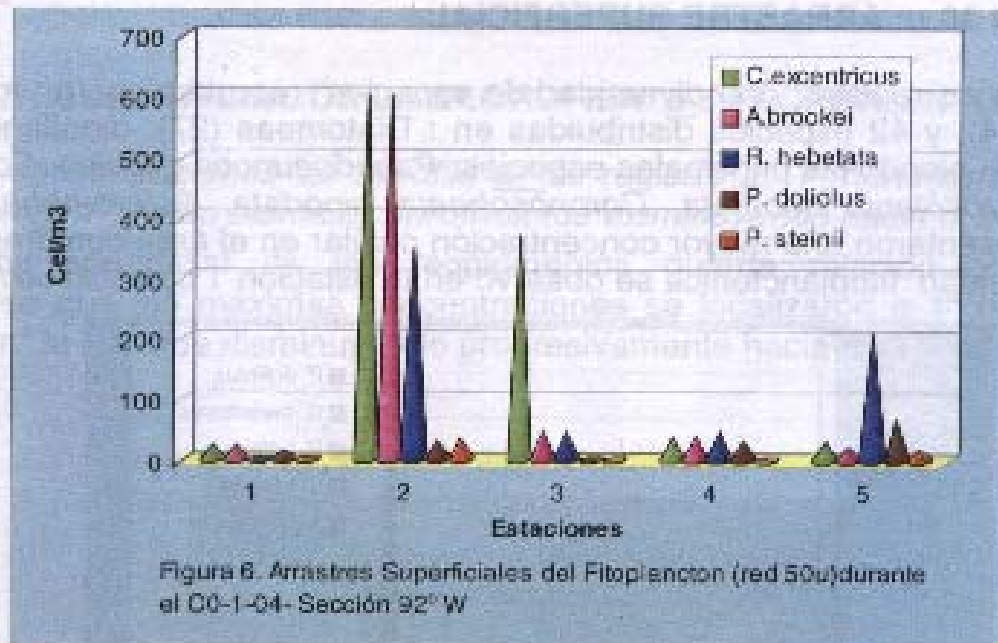


Figura 6. Arrastres Superficiales del Fitoplancton (red 50u) durante el C0-1-04- Sección 92° W

ARRASTRE VERTICAL

En el estrato subsuperficial la mayor abundancia relativa se observó en la estación 2 con un total de 1.402 cel/m³ y 39 especies distribuidas en: Diatomeas (20), dinoflagelados (17), tintinnidos (2), siendo las principales especies: *Asteromphalus brookei* indicadora de Aguas Tropicales Superficiales, mientras que *Coscinodiscus excentricus*, *Rhizosolenia hebetata*, son típicas de aguas frías.

Adicionalmente se registró la presencia escasa de dinoflagelados representado por las especies *Pyrocystis steinii*, *Gonyaulax polyedra* con una densidad celular de 20 y 30 cel/m³ encontradas a los 2° sur. Estas especies de dinoflagelados son termófilas considerados como indicadores de Aguas Ecuatoriales Superficiales. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 5 con 60 cel/m³ (Fig. 7).

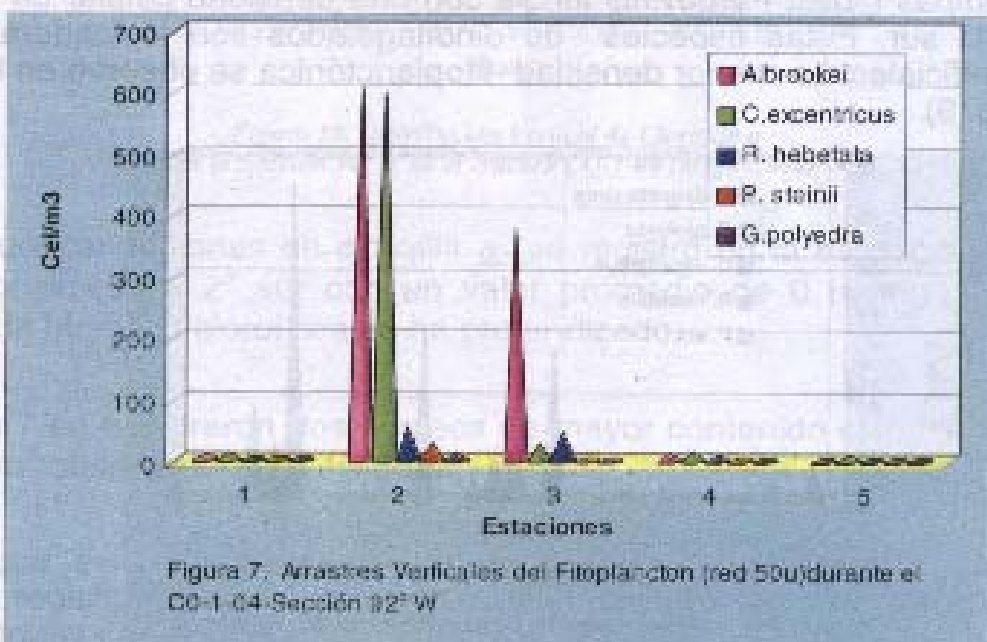
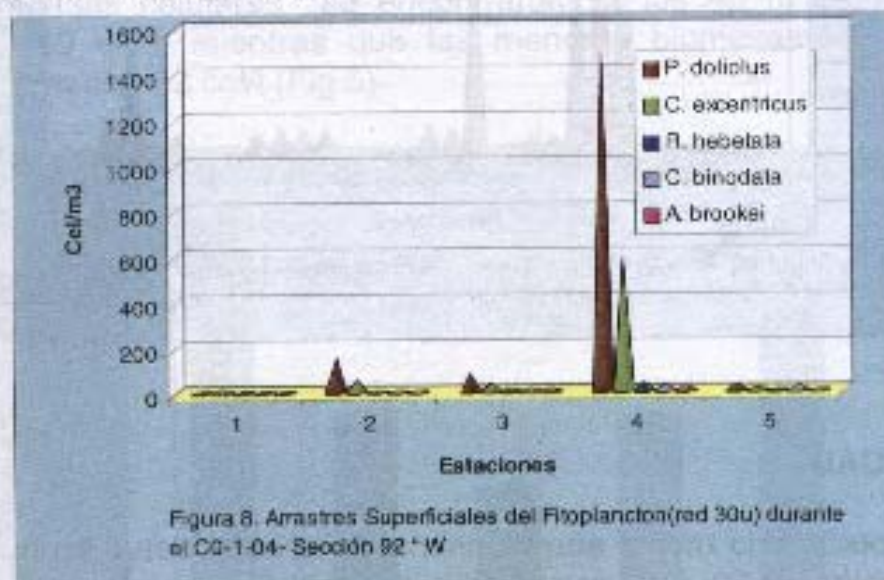


Figura 7. Arrastres Verticales del Fitoplancton (red 50u) durante el C0-1-04- Sección 92° W

FITOPLANCTON 30 μ : ARRASTRE SUPERFICIAL

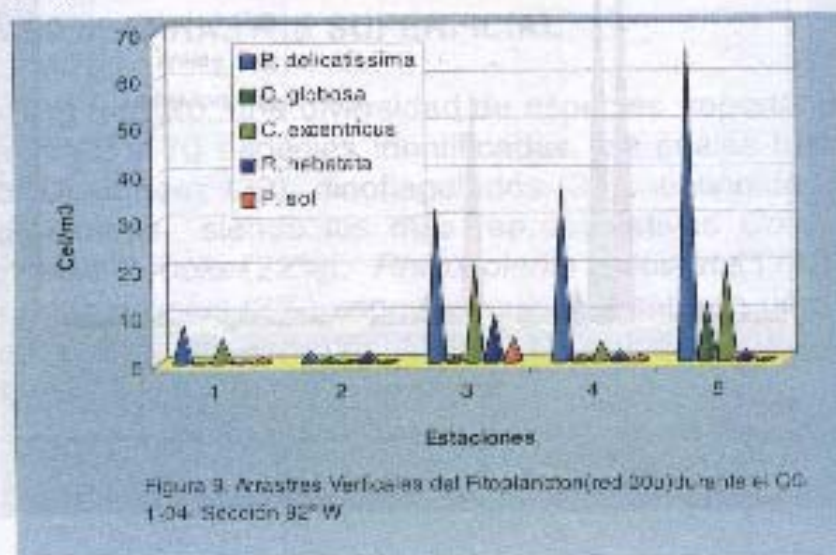
A nivel superficial se registró una diversidad de especies reportándose un total de 3172 cel/ m^3 (estación 4), y 42 especies distribuidas en: Diatomeas (27), dinoflagelados (10), cocolitofóridos (5), siendo las principales especies: *Pseudoeunotia doliolus*, *Coscinodiscus excentricus*, *Rhizosolenia hebetata*, *Coronosphaera binodata*, *Asteromphalus brookei*, especies que presentaron una mayor concentración celular en el área comprendida de los 0°. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 1 con 130 cel/ m^3 (Fig. 8)



ARRASTRE VERTICAL

En el estrato subsuperficial la mayor abundancia relativa se observó en la estación 5 con un total de 497 cel/ m^3 y 28 especies distribuidas en Diatomeas (19), dinoflagelados (3), silicoflagelados (2), cocolitofóridos (2), tintinnidos (2), siendo las principales especies: *Pseudonitzschia delicatissima*, *Coronosphaera globosa*, *Coscinodiscus excentricus*, *Rhizosolenia hebetata*, típicas de aguas frías. Mientras que *Planktoniella sol* es indicadora de Aguas Tropicales Superficiales.

Adicionalmente se registró la presencia escasa de dinoflagelados representado por las especies *Podolampas bipes*, *Pyrocystis lunula* con una densidad celular de 2 y 5 cel/ m^3 encontradas a 1° sur. Estas especies de dinoflagelados son indicadoras de Aguas Ecuatoriales Superficiales. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 2 con 23 cel/ m^3 (Fig. 9)



SECCION 90°

DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE LA CLOROFILA a Y FEOPIGMENTOS

Las mayores concentraciones de clorofila a se registró a 1° norte (estación 7) con un valor de 0.66 mg/m³ y esta biomasa clorofilica fue disminuyendo hacia el sur.

La distribución superficial de los feopigmentos guarda relación con la clorofila, determinándose que las máximas concentraciones se localizaron a 1° norte (estación 7), con 0.50 mg/m³ la cual fue disminuyendo progresivamente hacia un 1° sur (Fig. 10).

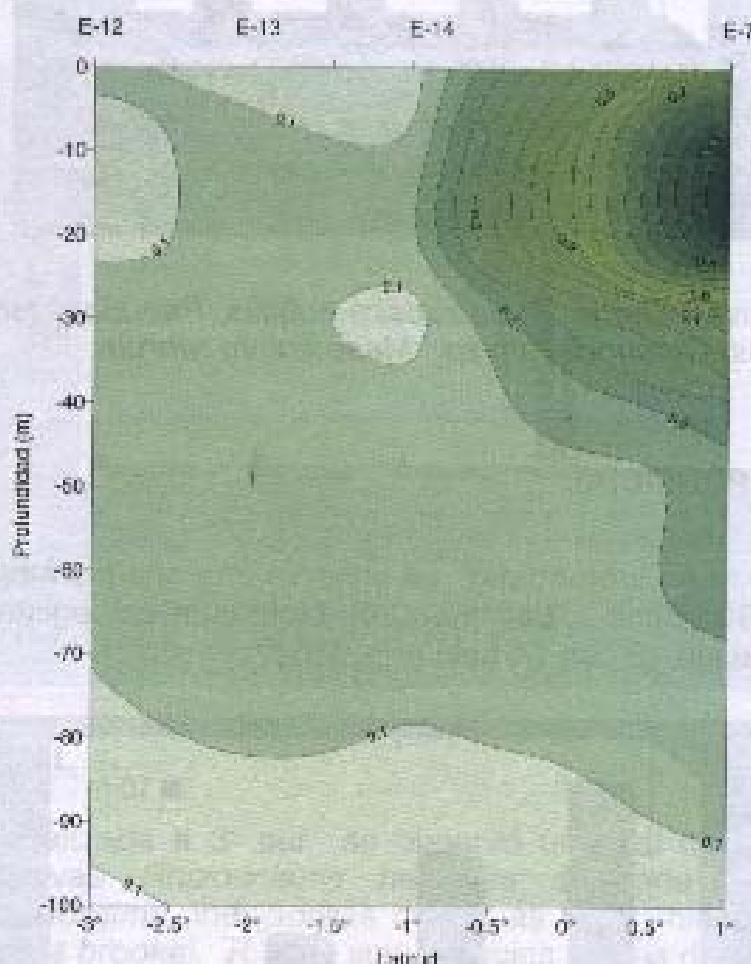


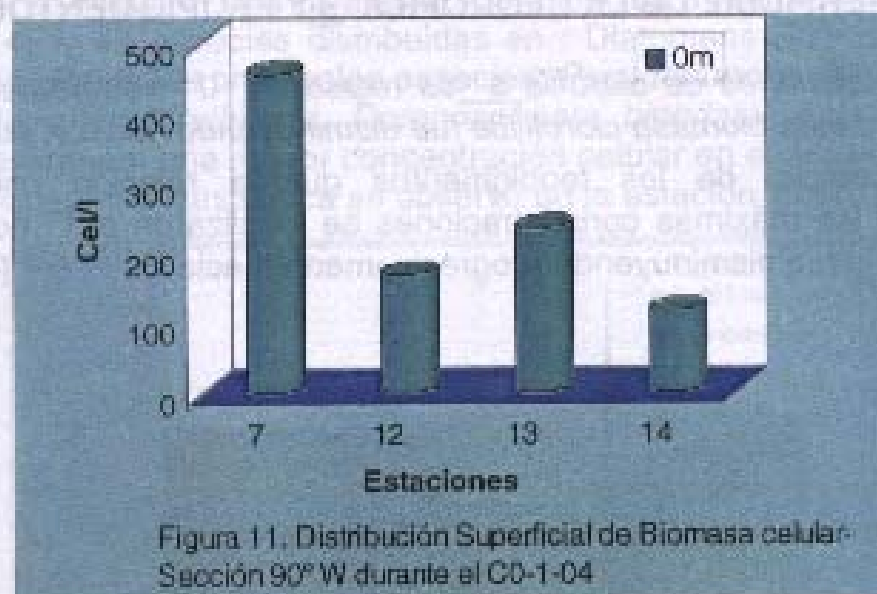
Figura 10. Distribución Vertical de Clorofila a en la Sección 90° W en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

Las mayores concentraciones de clorofila a se registró en la estación 13 a los 40m de profundidad localizado a 2° sur con un valor promedio de 0.16 mg/m³, en la cual se evidencia que la biomasa clorofilica se ha profundizado.

En la estación 7 se registraron dos núcleos de mayor contenido clorofilico con rangos de 0.98-0.99 mg/m³ observado a los 10-20m.

Se observa que existe una variabilidad en las concentraciones de clorofila a nivel subsuperficial, registrándose las menores concentraciones a 3° sur, debido a la presencia de masas de aguas con temperatura superior a 23°C.

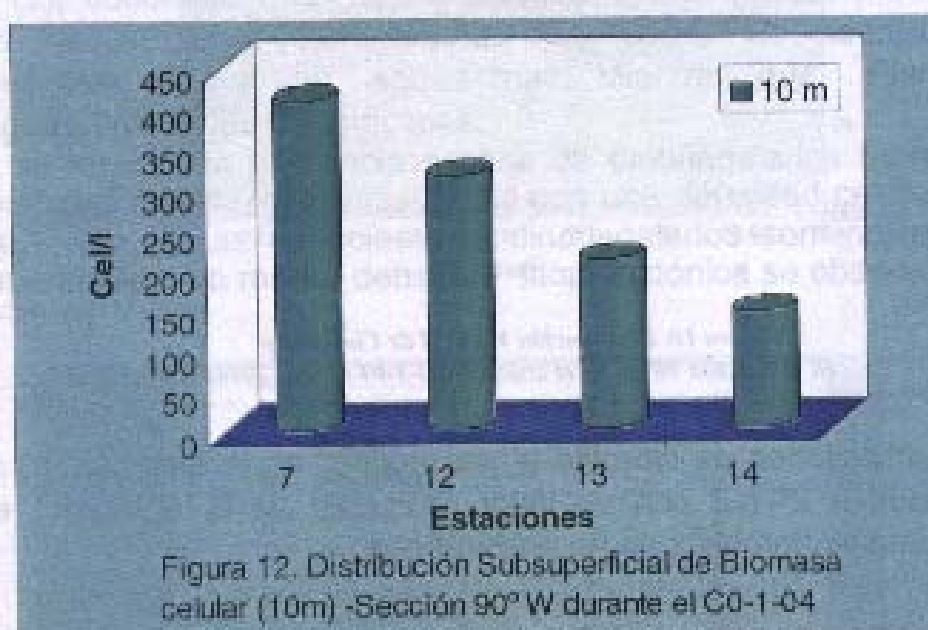
En la estación 7 se observó una alta biomasa celular con 455 cel/l representado por 27 especies. Las menores biomásas se registraron en la estación 14 con 115 cel/l (Fig. 11)



Las especies representativas fueron *Thalassiosira subtilis*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *Coscinodiscus excentricus*, *Gymnodinium sp*, *Mesodinium rubrum*.

DISTRIBUCION SUBSUPERFICIAL

En la estación 7 a los 10 m de profundidad se observó una alta biomasa celular con 408 cel/l representado por 29 especies. Las menores biomásas se registraron a los 30 m correspondiente a la estación 13 con 76 cel/l (Fig. 12)

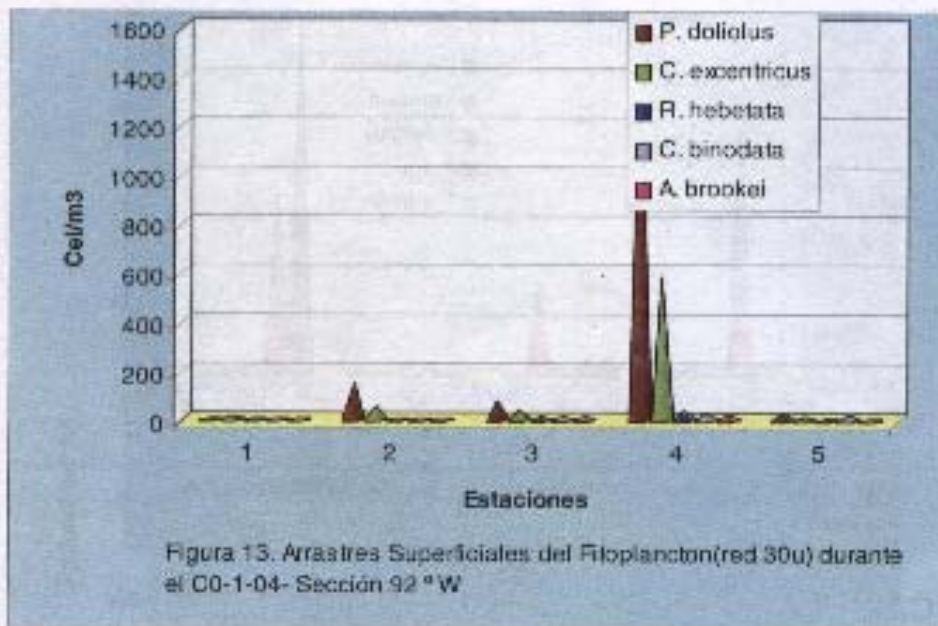


Las especies representativas fueron *Thalassiosira subtilis*, *Coscinodiscus excentricus*, *Thalassiotrix frauenfeldii*, *Gymnodinium sp*, *Mesodinium rubrum*.

FITOPLANCTON 50 μ : ARRASTRE SUPERFICIAL

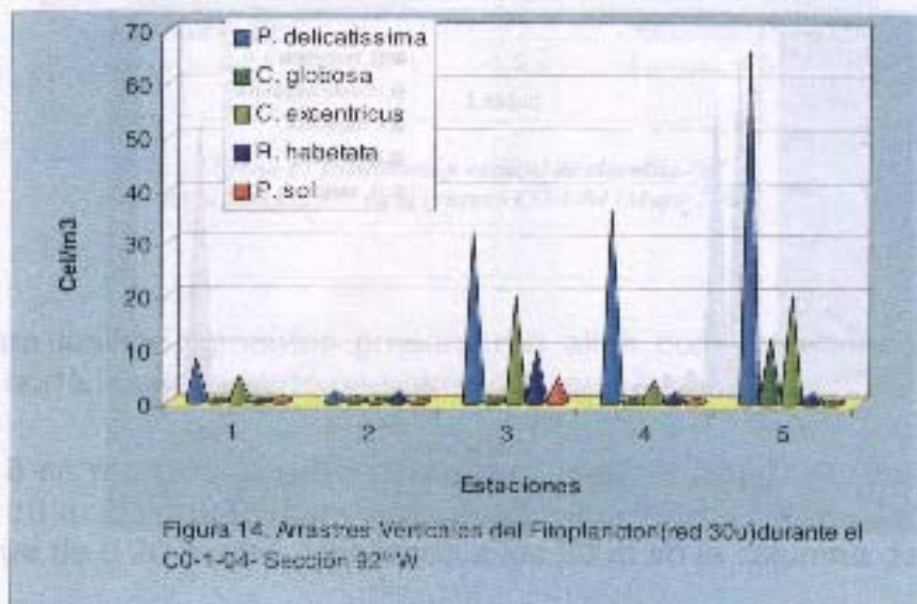
En el estrato superficial la mayor abundancia relativa se observó a 1° sur en la estación 13 con un total de 4.353 cel/m³ y 52 especies distribuidas en Diatomeas (28), dinoflagelados (21), tintinnidos (3), siendo las principales especies: *Asteromphalus brookei*, *Rhizosolenia hebetata*, *Coscinodiscus excentricus*, *Planktoniella*, *Pseudoeunotia doliolus*, estas especies de diatomeas son típicas de Aguas Tropicales Superficiales y aguas oceánicas.

Con relación a los dinoflagelados se registró la presencia de *Pyrophacus steinii*, especie considerada termófila, encontrándose en menor abundancia a 1° norte de la sección (Fig. 13)



ARRASTRE VERTICAL

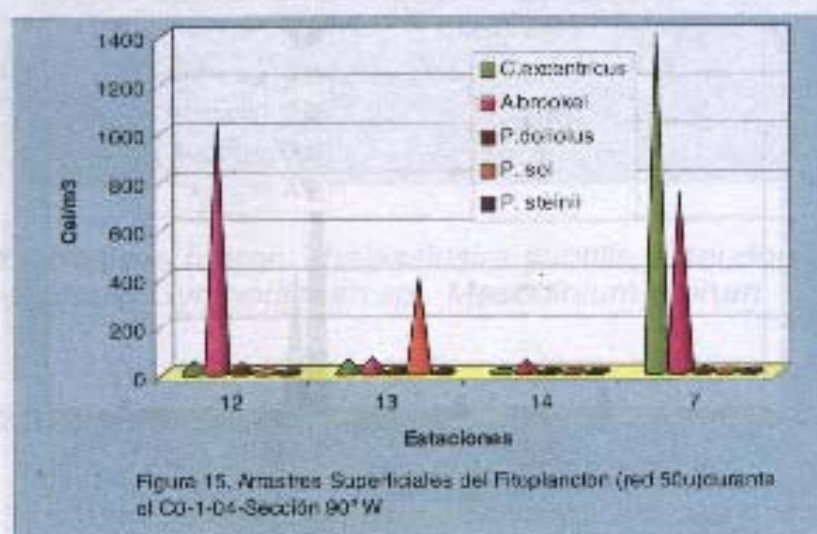
En la estación 12 localizada a 3° sur se observó un total de 2651 cel/m³, siendo las especies representativas *Rhizosolenia hebetata* asociada a esta se encontró *Pseudonitzschia delicatissima*, indicadores de aguas frías; mientras que *Pseudoeunotia doliolus*, *Asteromphalus brookei*, *R. alata* son especies típicas de aguas cálidas (Fig. 14)



FITOPLANCTON 30 μ : ARRASTRE SUPERFICIAL

Las diatomeas fueron el grupo dominante de la comunidad del fitoplancton, la cual estuvo representado por la abundancia de *Pseudoeunotia doliolus*, *Rhizosolenia hebetata*, *Asteromphalus brookei*, *Coscinodiscus excentricus*, *Coronosphaera globosa* con una densidad celular de 4843 cel/m³, estas especies presentaron una amplia distribución registrándose las mayores concentraciones celulares localizado a los 3° sur (estación 12). Estas especies de diatomeas son típicas de Aguas Tropicales Superficiales y aguas oceánicas.

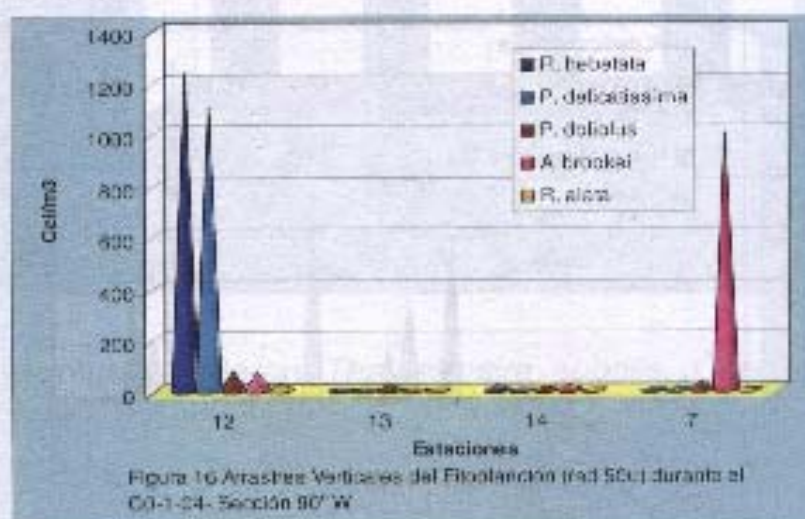
Con relación a los dinoflagelados se registró la presencia de *Pyrophacus steinii*, *Ceratium trichoceros*, *Podolampas bipes* encontrándose en menor abundancia a 1° norte de la sección (Fig. 15)



ARRASTRE VERTICAL

En la estación 14 localizada a 1° sur se observó un total de 1751 cel/m³, siendo las especies representativas *Pseudoeunotia doliolus*, *Coscinodiscus excentricus*, *Rhizosolenia imbricata*, asociada a esta se encontró *R. hebetata*, *Thalassiosira subtilis*, indicadoras de aguas frías.

Con respecto a los nutrientes los valores inferiores a 10 μ g-at/l para el silicato y de 1.0 μ g-at/l para el fosfato, se localizaron sobre los 50 y 40 metros de profundidad respectivamente (Fig. 16)



SECCION 89°

DISTRIBUCION SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL DE CLOROFILA a Y FEOPIGMENTOS.

Se presentó un núcleo de clorofila en la estación 8 con un valor promedio de 0.96 mg/m^3 la cual fue disminuyendo progresivamente hacia los 3° sur, registrándose valores menores a 0.04 mg/m^3 . Estos altos valores superficiales de clorofila coinciden con el valor promedio de 17m registrado por el disco Secchi (Fig. 17)

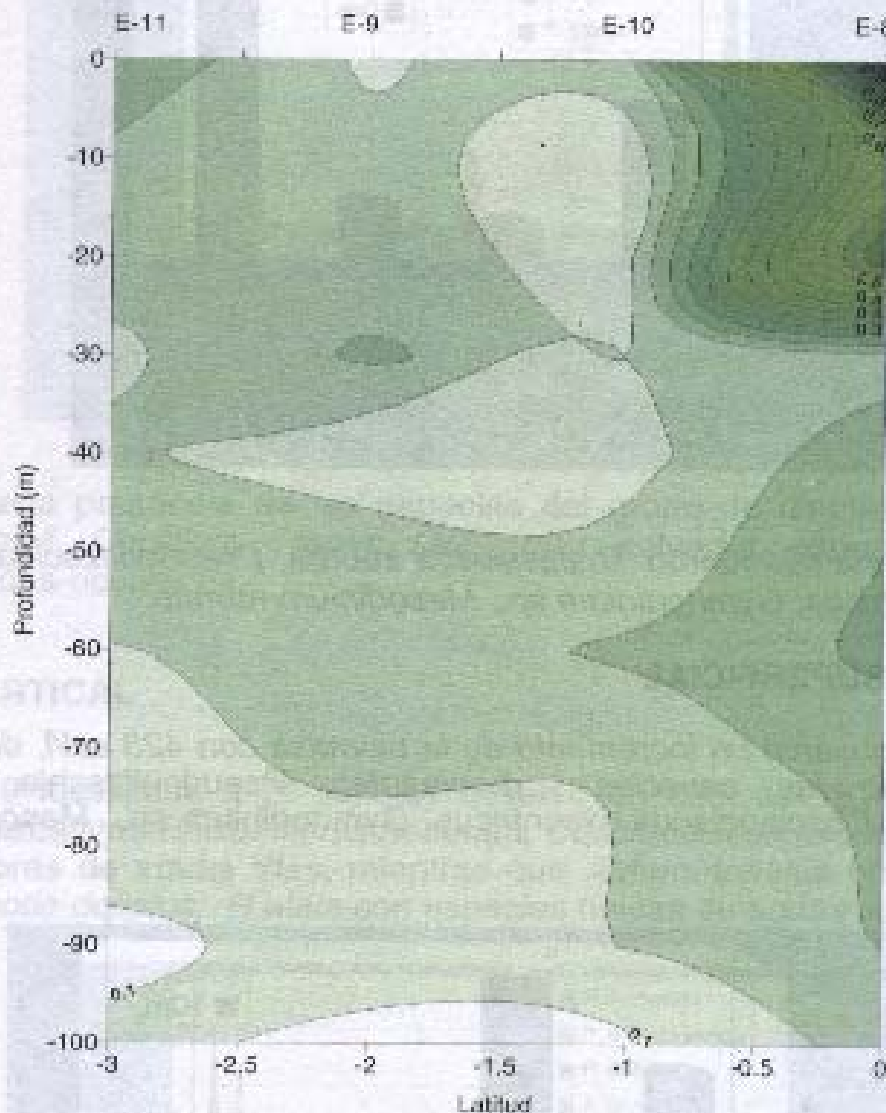


Figura. 17 Distribución vertical de clorofila "a" en la Sección 89° en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

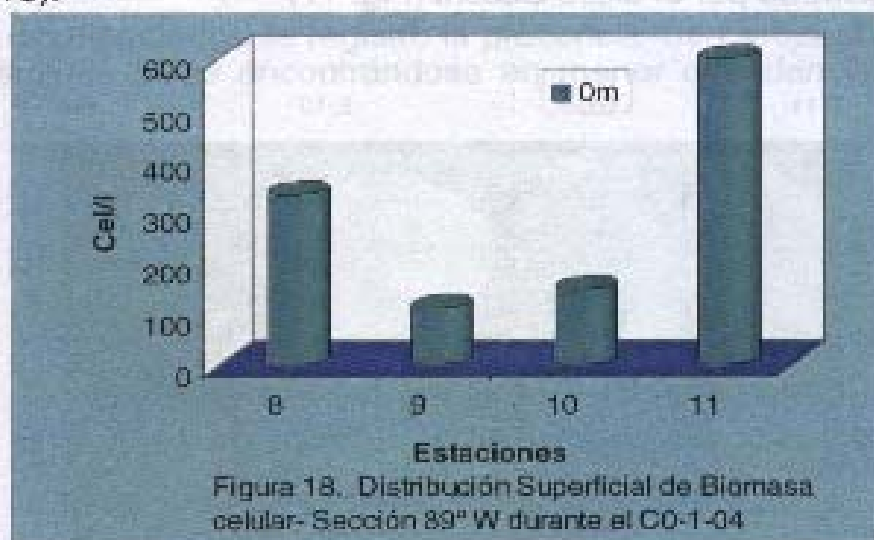
De igual manera los feopigmentos presentaron altas concentraciones con 0.42 mg/m^3 localizado a 0° norte la cual guardó un patrón similar a la distribución de clorofila a.

En la estación 8 se registraron altas concentraciones de $0.56\text{-}0.76 \text{ mg/m}^3$ localizados en los niveles de 10 a 20 m en la columna de agua. El promedio de clorofila a en la capa subsuperficial fue de 0.20 mg/m^3 localizado a los 50 m en la columna de agua.

La mayor concentraciones de feopigmentos estuvieron estrechamente relacionada con los índices altos de clorofila cuyo valor promedio de 0.43 mg/m^3 se registró a 10 m de la columna de agua en la estación 8.

BIOMASA CELULAR : DISTRIBUCION SUPERFICIAL

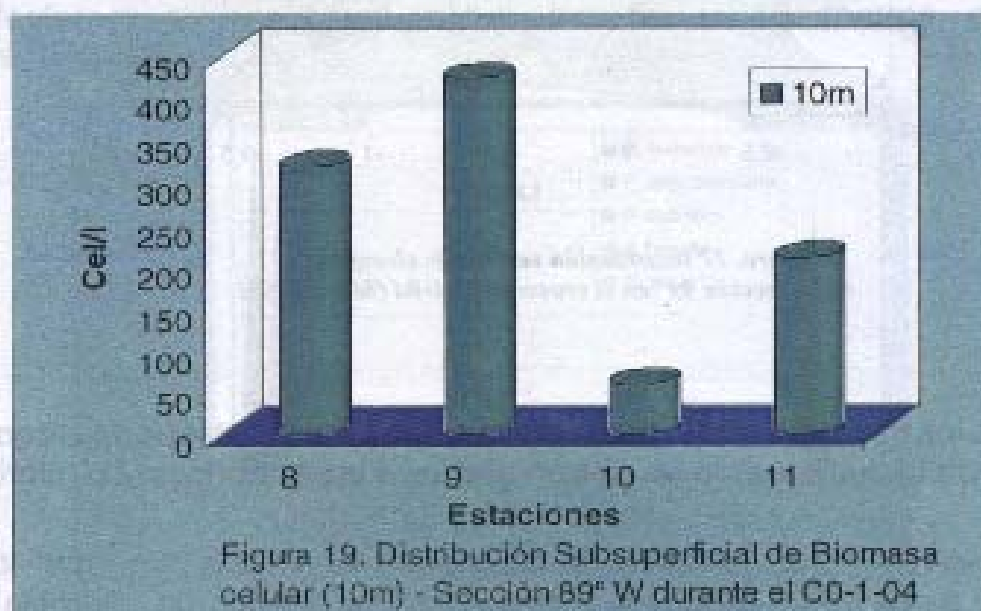
En la estación 11 se registró la mayor biomasa celular con 598 cel/l , representado por 28 especies (Fig. 18).



Las especies predominantes fueron *Thalassiosira subtilis*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *Coscinodiscus excentricus*, *Gymnodinium sp*, *Mesodinium rubrum*.

DISTRIBUCION SUBSUPERFICIAL

En la estación 9 se observó un incremento de la biomasa con 423 cel/l , determinándose 36 especies, siendo las especies dominantes: *Pseudonitzschia delicatissima*, *Thalassiosira subtilis*, *Coscinodiscus excentricus*, *Gymnodinium sp*, *Mesodinium rubrum* (Fig. 19).



FITOPLANCTON 50 μ : ARRASTRE SUPERFICIAL

En la estación 8 se presentó una amplia distribución de las especies *Asteromphalus brookei*, asociada a *Rhizosolenia hebetata*, *Planktoniella sol*, *Coscinodiscus excentricus*, *Thalassiosira subtilis*, especies que se observaron con una mayor densidad celular de 3833 cel/m³ hacia los 0° lo que ratifica que estas especies son típicas de masas de aguas frías y cálidas (Fig.20)

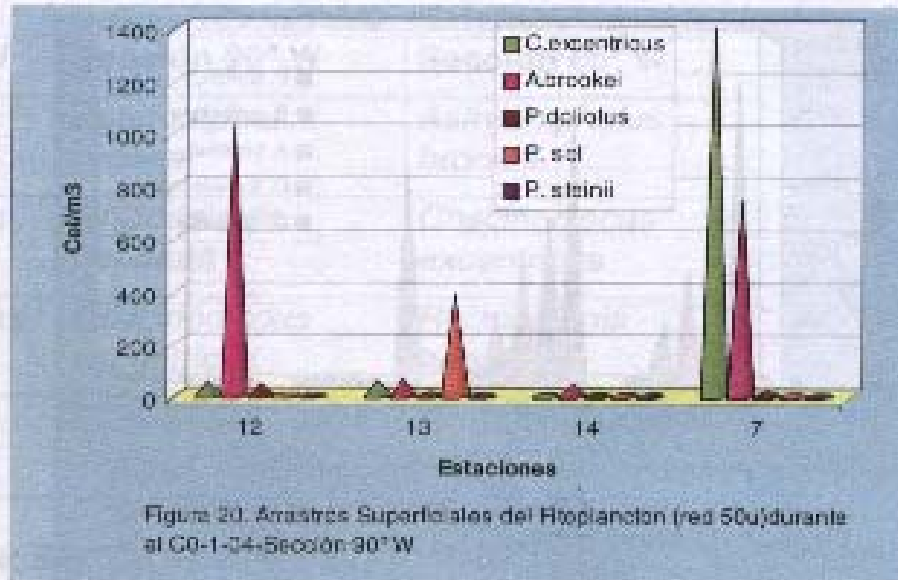


Figura 20. Arastres Superficiales del Fitoplancton (red 50 μ) durante el C0-1-04- Sección 90° W

Se registra escasa presencia de las especies del grupo de dinoflagelados tales como *Pyrophacus steinii*, *Ceratium teres*, *Gonyaulax polyedra*, especies indicadoras de condiciones cálidas-oceánicas.

ARRASTRE VERTICAL

En la estación 9 localizada a 2° sur se observó un total de 1818 cel/m³, siendo las especies representativas *Rhizosolenia hebetata*, *Coscinodiscus excentricus*, *Thalassiosira subtilis*, indicadoras de aguas frías, mientras que *Asteromphalus brookei*, *Planktoniella sol*, *Pseudoeunotia dolioleus*, *R. alata* son especies típicas de aguas cálidas (Fig. 21)

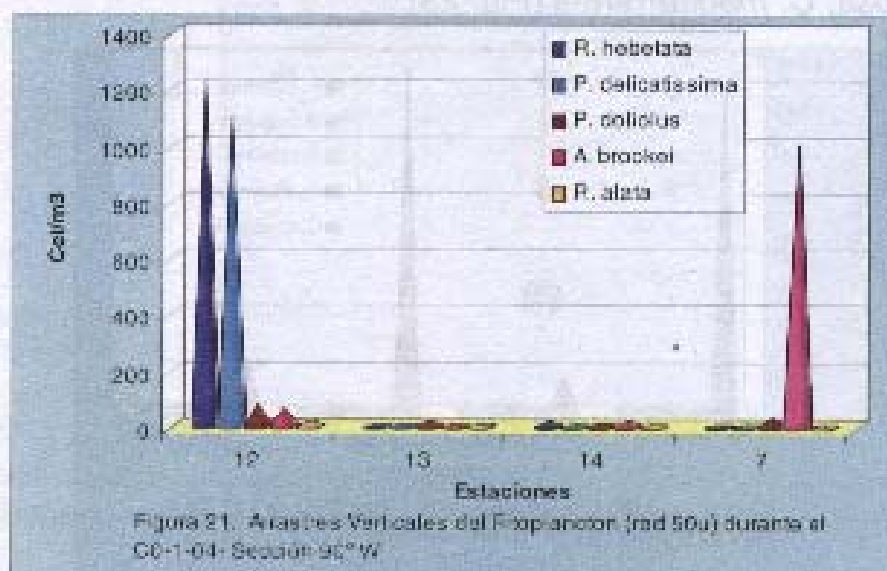
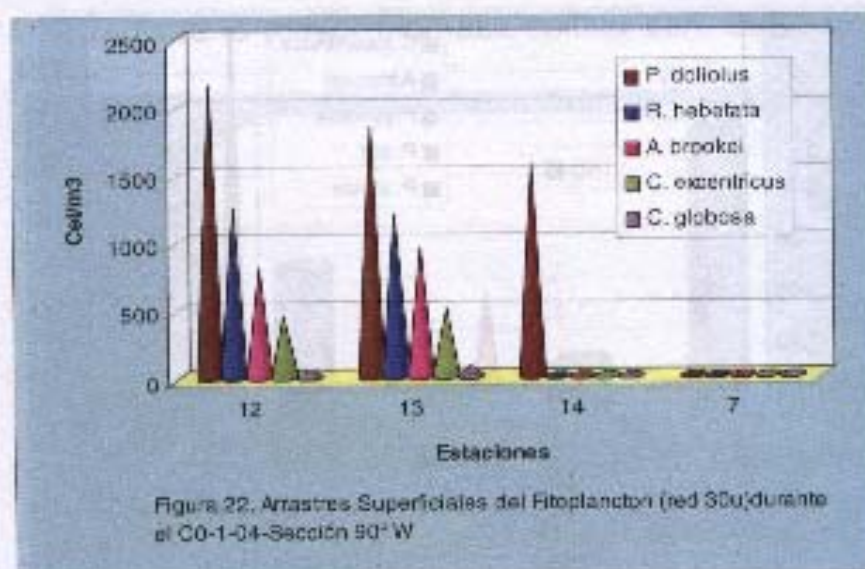


Figura 21. Arastres Verticales del Fitoplancton (red 50 μ) durante el C0-1-04- Sección 90° W

FITOPLANCTON 30 μ : ARRASTRE SUPERFICIAL

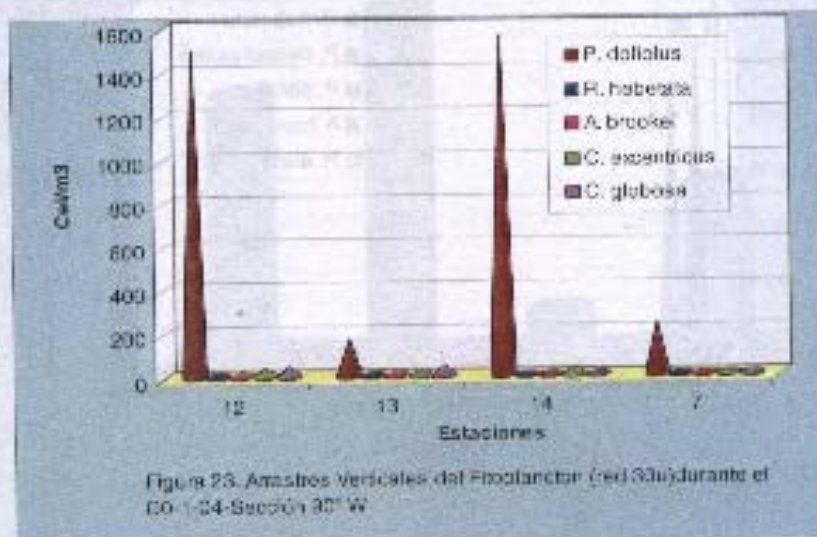
En la estación 8 se presentó la más alta densidad celular con 5341 cel/m³ y una alta diversidad de especies como *Pseudoeunotia doliolus*, asociada a *Rhizozolenia hebetata*, *Thalassiosira subtilis*, *Coscinodiscus excentricus*, localizadas hacia los 0° lo que ratifica que estas especies son típicas de masas de aguas frías y cálidas (Fig. 22)



Se registra la más alta concentración de Cocolitofóridos con 1200 cel/m³ representado por las especies: *Coronospahera globosa*, *C. binodata*, especies indicadoras de aguas productivas, debido a la presencia de masas de aguas con temperatura de 22°C.

ARRASTRE VERTICAL

En la estación 8 se observó una alta concentración celular de 2010 cel/m³ y una variabilidad de especies como *Pseudoeunotia doliolus*, asociada a *Thalassiosira subtilis*, *Rhizozolenia hebetata*, *Asteromphalus brookei*, localizadas hacia los 0° norte donde se registró una abundancia relativa de Cocolitofóridos representado por las especies: *Coronospahera globosa*, *C. mediterranea* (Fig. 23)



En relación a los nutrientes los valores inferiores a 10 ug -at/l para el silicato y de 1.0 ug-at/l para el fosfato, se localizaron sobre los 40 metros de profundidad.

Tabla. 1.- Dominancia de las principales especies del fitoplancton obtenidas con red de 50 μ en los arrastres superficiales.

Sección 92° W	Sección 90° W	Sección 89° W
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	<i>Asteromphalus brookei</i>	<i>Asteromphalus brookei</i>
<i>Asteromphalus brookei</i>	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	<i>Coscinodiscus excentricus</i>
<i>Planktoniella sol</i>	<i>Coscinodiscus excentricus</i>	<i>Rhizosolenia hebetata</i>
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	<i>Planktoniella sol</i>	<i>Planktoniella sol</i>

ZOOPLANKTON: SECCION 92°

La mayor densidad poblacional del zooplancton en la capa superficial se localizó a 1° norte resaltándose la (E- 5) con un valor de 64000 Ind/1000 m³, así también se destaca la presencia de un segundo núcleo de biomasa zooplanctónica a 1°sur (E-3) con un valor de 28000 Ind/1000 m³, mientras que la menor biomasa de zooplancton se encontró a 3° sur (E-1) con un valor de 1744 Ind/ 1000m³ (Fig. 24)

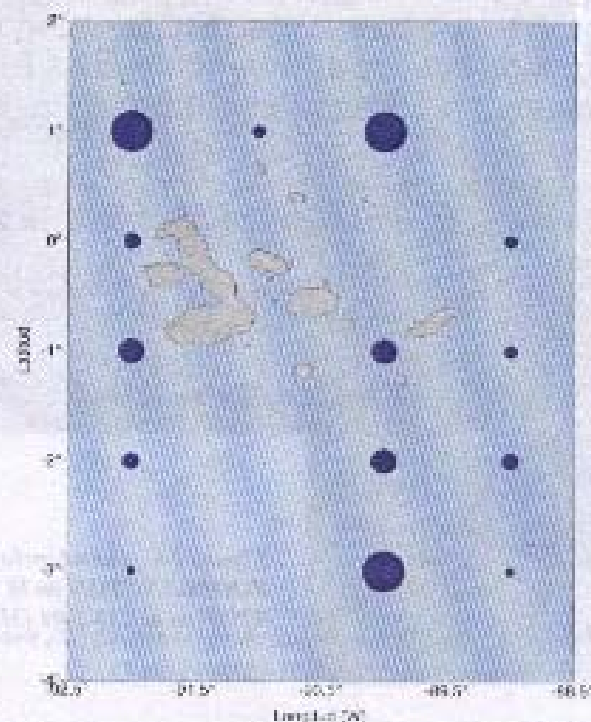


Figura 24. Distribución de la biomasa del zooplancton en la capa superficial en el cruce CO-1-04 (Mayo-2004)

En la capa subsuperficial se reporta la mayor productividad zooplanctónica a 1° norte (E-5) con un valor de 42756 Ind/ 1000m³ y la menor biomasa se registró en a 1° sur con un valor inferior a 6000 Ind/ 1000m³(Fig. 25)

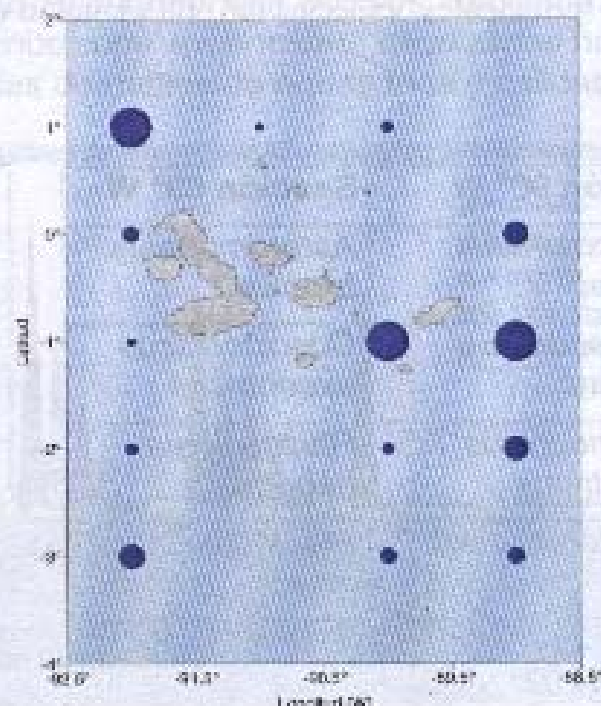


Figura 25. Distribución de la biomasa del Zooplancton en la capa Subsuperficial en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

La biomasa zooplanctónica superficial está representado principalmente por la dominancia de las taxa Copépodos 80%, seguidos en orden de abundancia de los grupos Quetognatos 5%, Sifonóforos 3%, Salpas 2.6%. En la categoría de accidentales se encontró la presencia de los grupos huevos de Invertebrados 1.8%, Larvas de Eufáusidos 1.4%, Anfípodos 1.2%, Ostrácodos 1% y Pterópodos 0.09% (Fig. 26)

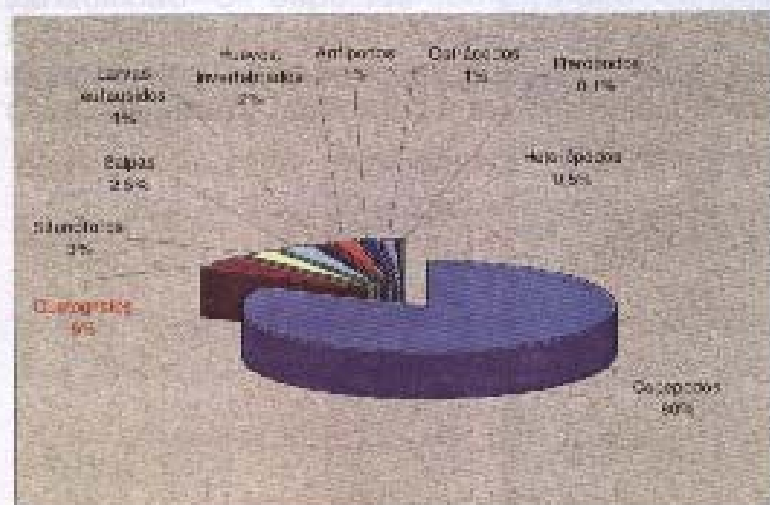


Figura 26. Abundancia relativa de los grupos del ZOOPLANCTON en la capa superficial de la sección 92° W en el CO-1-04 (Mayo-2004)

Con relación a la diversidad de taxa zooplanctónica se presentó un valor relativamente bajo representado por 0.62 bits y una uniformidad de grupos zooplanctónicos bajo de 0.25.

Composición y abundancia de Quetognatos

Del Phylum Quetognatos se reporta una amplia distribución latitudinal de las especies *Sagitta enflata* asociada a *Sagitta pacifica* determinándose en la capa subsuperficial la mayor presencia de individuos específicamente a 1° sur (E- 3) con valores de 280 y 120 Ind/ 1000m³ respectivamente (Fig. 27 y 28)

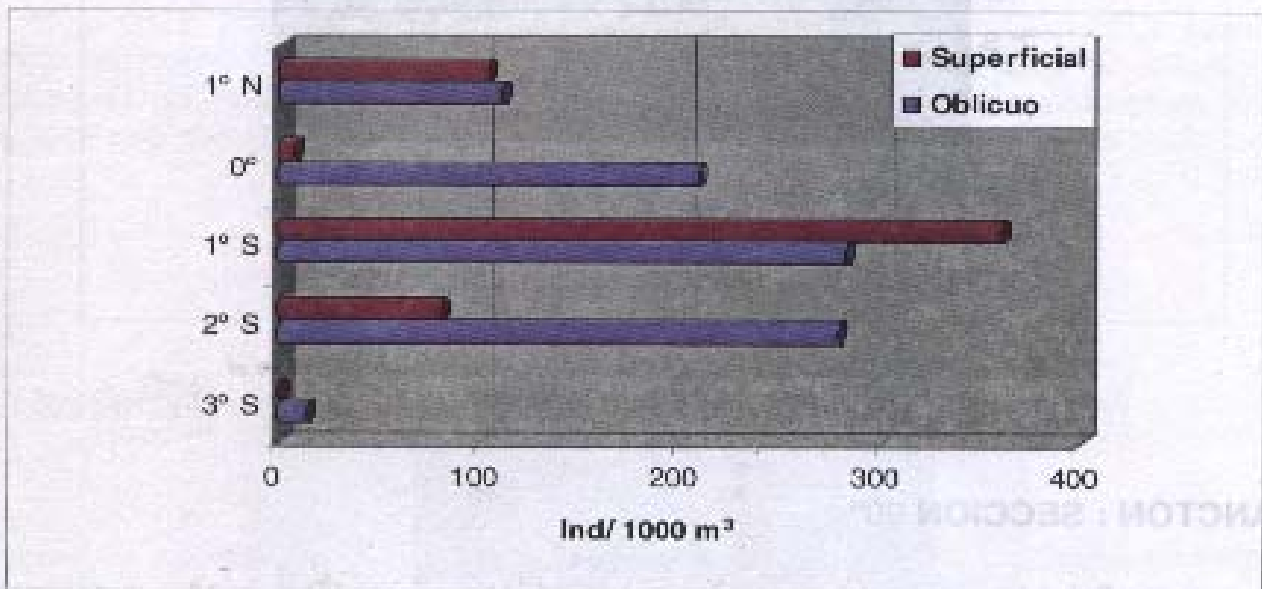


Figura 27. Distribución de *Sagitta enflata* en la Sección 92° W en el crucero CO-01-04 (Mayo-2004)

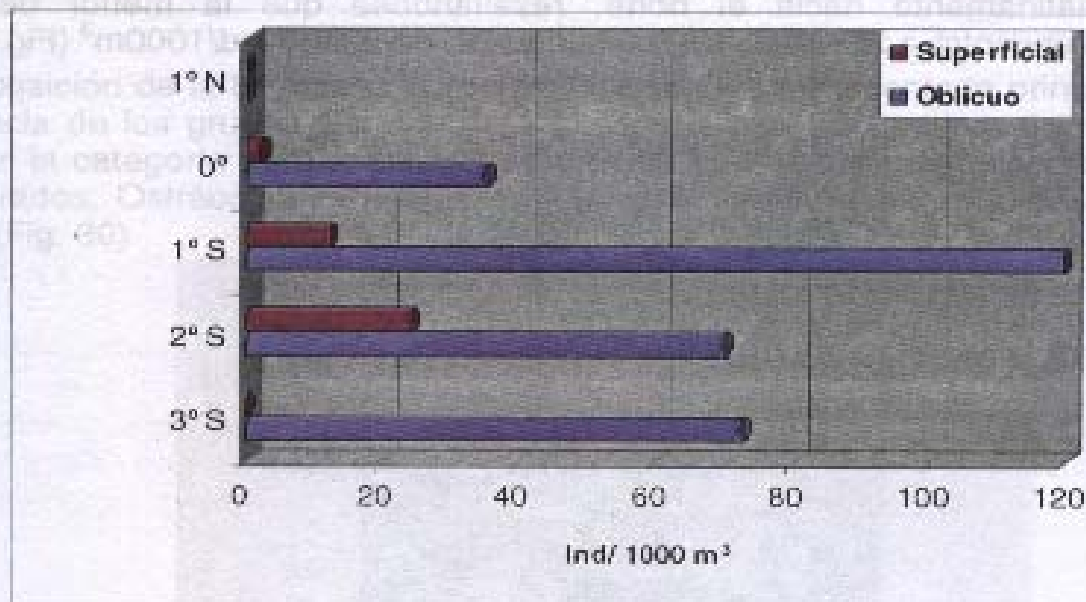


Figura 28. Distribución de *Sagitta pacifica* en la Sección 92° W en el crucero CO-01-04 (Mayo-2004)

Adicionalmente se observó la presencia de la especie *Sagitta hexaptera* resaltándose la máxima concentración a 1° sur en la capa subsuperficial con un valor estimado de 30 Ind/ 1000m³ y la menor cantidad de individuos se presentó en la capa superficial registrándose 2 Ind/ 1000m³ localizado en la estación a 2° sur (Fig. 29)

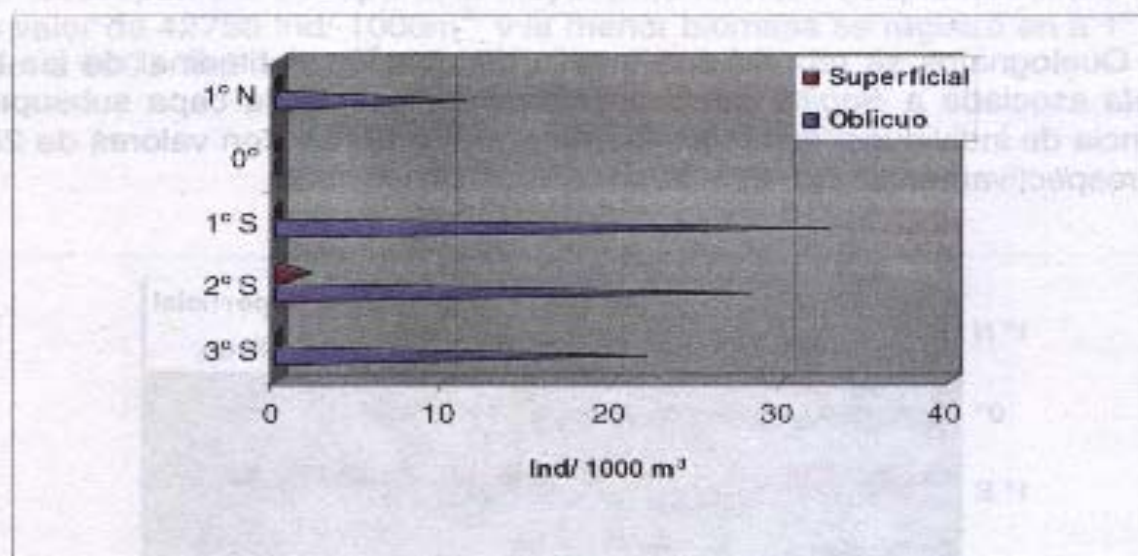


Figura 29. Distribución de *Sagitta hexaptera* en la Sección 92° W en el crucero CO-01-04 (Mayo-2004)

ZOOPLANCTON : SECCION 90°

En la capa superficial la mayor biomasa zooplanctónica se registró a 1° norte con una densidad poblacional superior a 80000 Ind/1000m³, un segundo núcleo de máxima concentración zooplanctónica se encontró a 3° sur con una biomasa correspondiente a 66000 Ind/1000 m³, estableciéndose una singularidad que la biomasa zooplanctónica fue aumentando paulatinamente hacia el norte, resaltándose que la menor densidad zooplanctónica se encontró a 2° sur (E-13) con un valor de 23600 ind/1000m³ (Fig. 24)

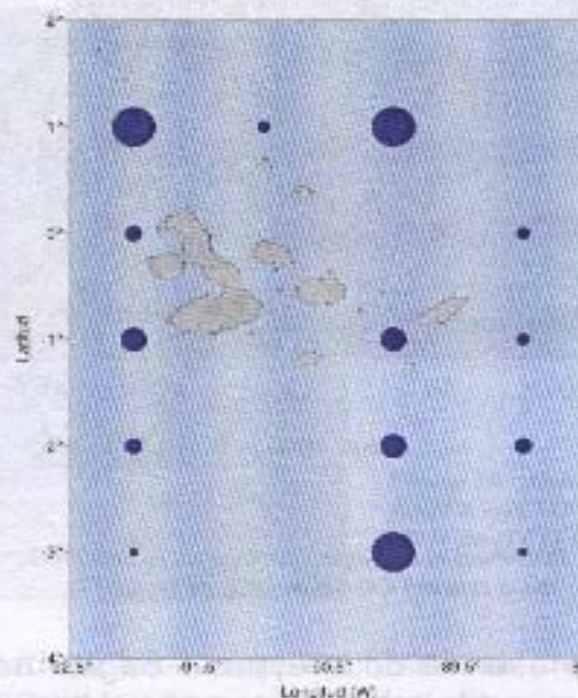


Figura 24. Distribución de la biomasa del zooplancton en la capa superficial en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

En la capa subsuperficial se observó bajas concentraciones de zooplancton con relación a la capa superficial, registrándose la mayor biomasa de zooplancton a 1° sur (E-13) con un valor promedio de 53700 que fluctuó ind/1000m³ entre 74000 ind a 64000 ind/1000m³, mientras que la menor biomasa se registró a los 0° norte con una concentración menor a 40000 ind/1000m³ (Fig. 25)

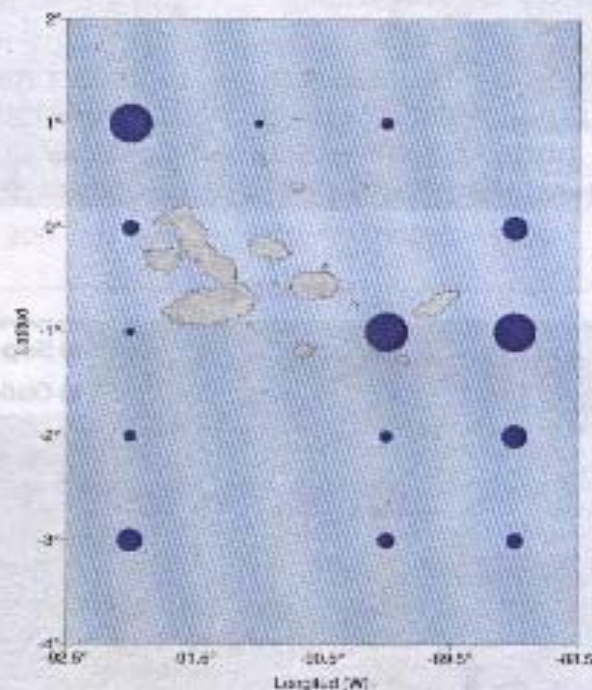


Figura 25. Distribución de la biomasa del Zooplancton en la capa Subssuperficial en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

La composición de la biomasa de zooplancton estuvo representada principalmente por la dominancia de los grupos Copépodos 71%, Larvas de Eufausidos 8.9%, Quetognatos 7.6%. En la categoría de accidental se presentó la presencia de Sifonóforos, Huevos de Invertebrados, Ostrácodos, Pterópodos que juntos representaron el 5% de abundancia relativa (Fig. 30)

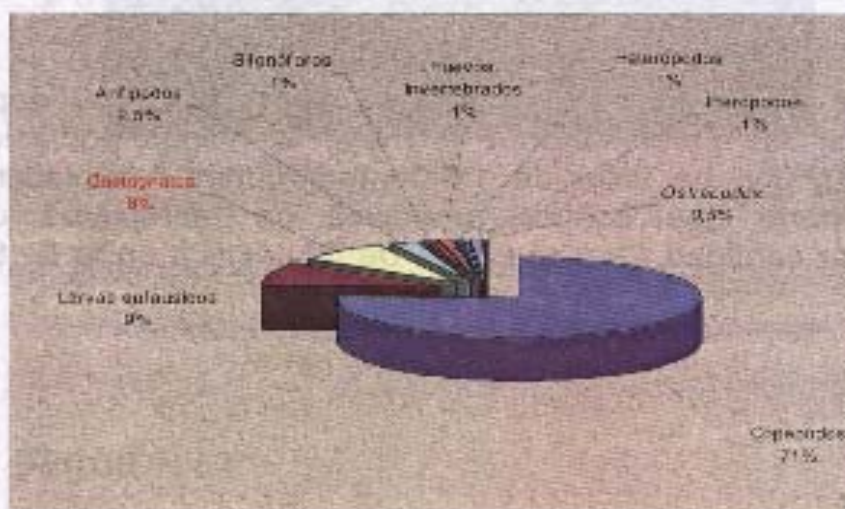


Figura 30. Abundancia relativa de los grupos del ZOOPLANKTON en la capa superficial de la sección 90° W en el CO-1-04 (Mayo-2004)

En esta sección se presentó una considerable diversidad de grupos zooplanctónicos determinándose un valor de diversidad de Shannon - Wiener de 1.07 bits. y una uniformidad de 0.43.

Composición y abundancia de Quetognatos

Con respecto a los indicadores de zooplancton se registra una amplia distribución de la especie *Sagitta enflata* resaltándose en la capa superficial la máxima densidad poblacional localizado a 1° norte, mientras que en la capa subsuperficial se reporta la mayor abundancia a 1° sur representado por una densidad poblacional superior a 700 Ind/1000m³ (Fig. 31)

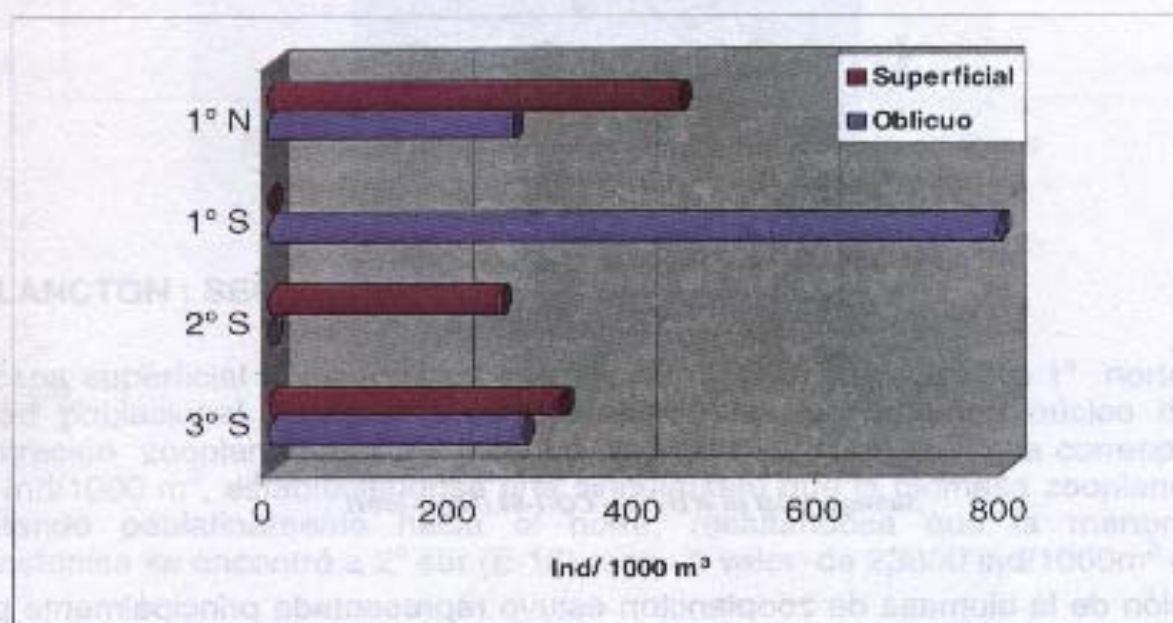


Figura 31. Distribución de *Sagitta enflata* en la sección 90° W en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

Asociado a *S. enflata* se observó la presencia de *Sagitta pacifica*, especies típicas de aguas oceánicas y cálidas presentándose la mayor densidad poblacional en la capa superficial de la (E-8), con un valor de 11000 Ind/1000m³ coincidente con la capa subsuperficial se reporta una escasa presencia de ejemplares de Quetognatos registrándose la mayor cantidad de ejemplares de *S. pacifica* en la E- 8 localizado a 1° norte (Fig. 32)

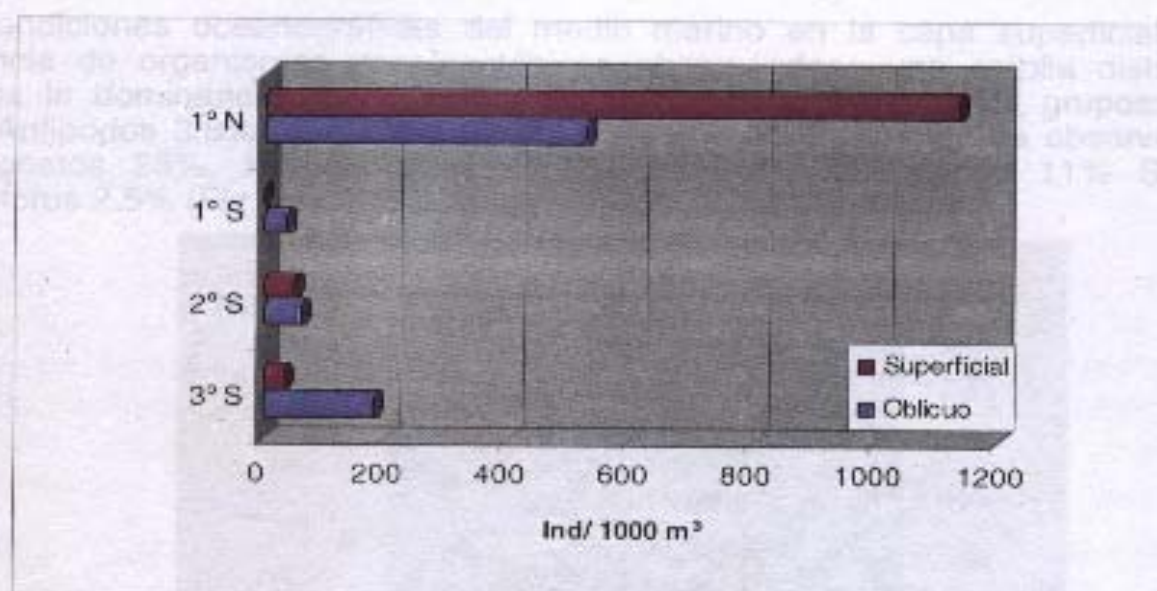


Figura 32. Distribución de *Sagitta pacifica* en la sección 90° W en el crucero CO-01-04 (Mayo-2004)

Adicionalmente se reporta la presencia de la especie *Sagitta hexaptera* encontrándose a nivel subsuperficial la mayor cantidad de ejemplares ubicados a 3° sur (E-11) y la menor cantidad poblacional se reporta a 2° sur con un valor referencial de 57 /1000m³ (Fig. 33)

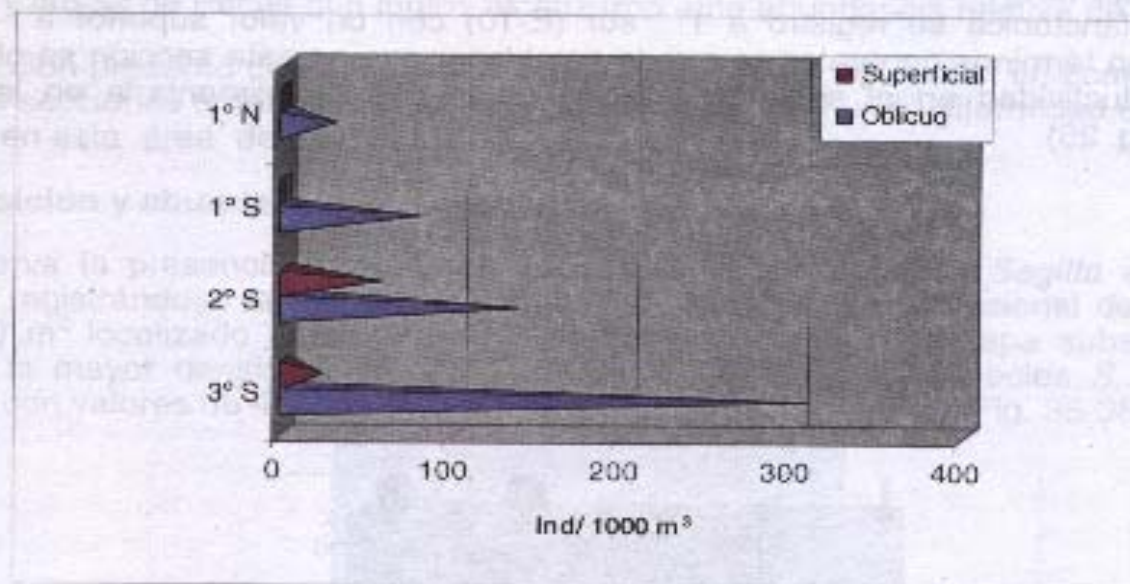


Figura 33. Distribución de *Sagitta hexaptera* en la sección 90° W en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

ZOOPLANKTON: SECCION 89°

La biomasa zooplanctónica en la capa superficial presentó una uniformidad en su distribución, registrándose una baja biomasa zooplanctónica localizado a los 3° sur (E-11) con un valor de 490 ind/1000 m³, mientras que la mayor biomasa se presentó a los 2° sur (E-9) estimándose una productividad zooplanctónica de 19100 ind/1000 m³ (Fig. 24)

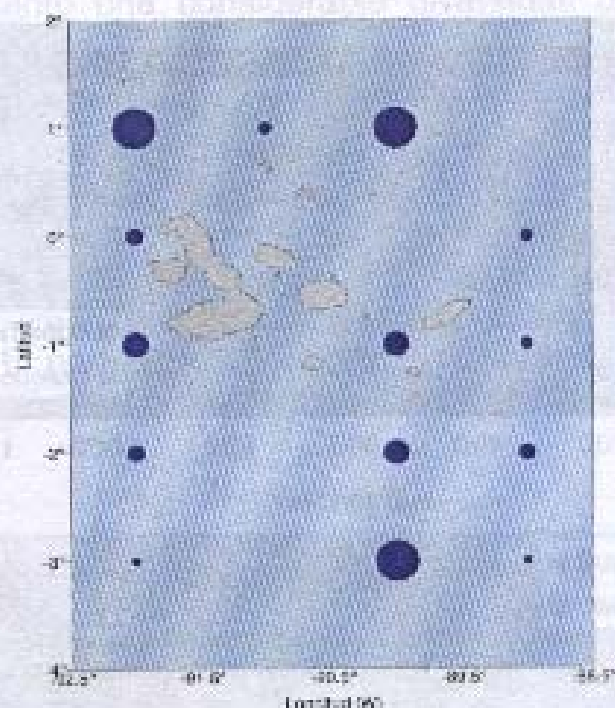


Figura 24. Distribución de la biomasa del zooplancton en la capa superficial en el cruceiro CO-1-04 (Mayo-2004)

En la capa subsuperficial se registró las mayores concentraciones de zooplancton reportándose un rango de 27099 ind/1000 m³ localizado a 2° sur (E-11) y la máxima biomasa zooplanctónica se registró a 1° sur (E-10) con un valor superior a 39000 ind/1000 m³, en términos generales se puede establecer que en esta sección se observó una baja productividad en el segundo eslabón de la cadena alimentaria en la capa superficial (Fig. 25)

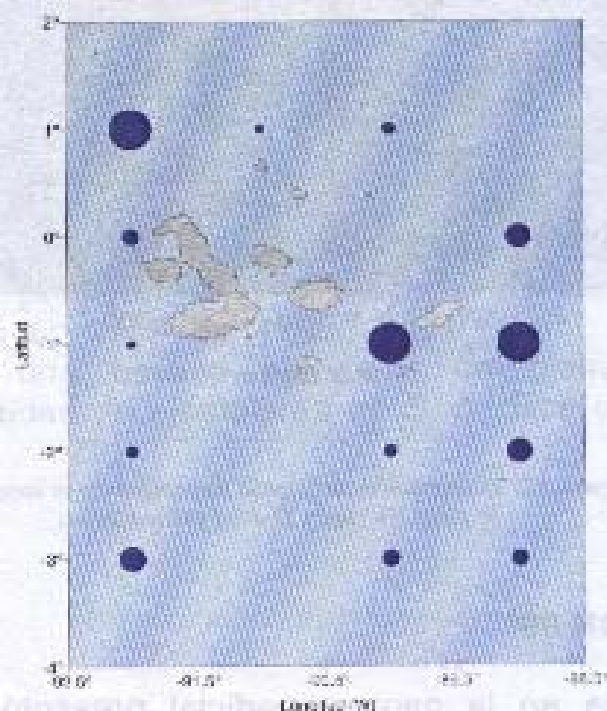


Figura 25. Distribución de la biomasa del Zooplancton en la capa Subsuperficial en el cruceiro CO-1-04 (Mayo-2004)

Las condiciones oceanográficas del medio marino en la capa superficial, permitió la presencia de organismos zooplanctónicos observándose una amplia distribución, se destaca la dominancia de microcrustáceos correspondiente a los grupos: Copépodos 35%, Anfipodos 3.8%, otros grupos importantes del zooplancton se observó tales como Quetognatos 25%, Huevos de invertebrados 11%, Pterópodos 11% Salpas 3.1%, Sifonóforos 2.5% (Fig. 34).

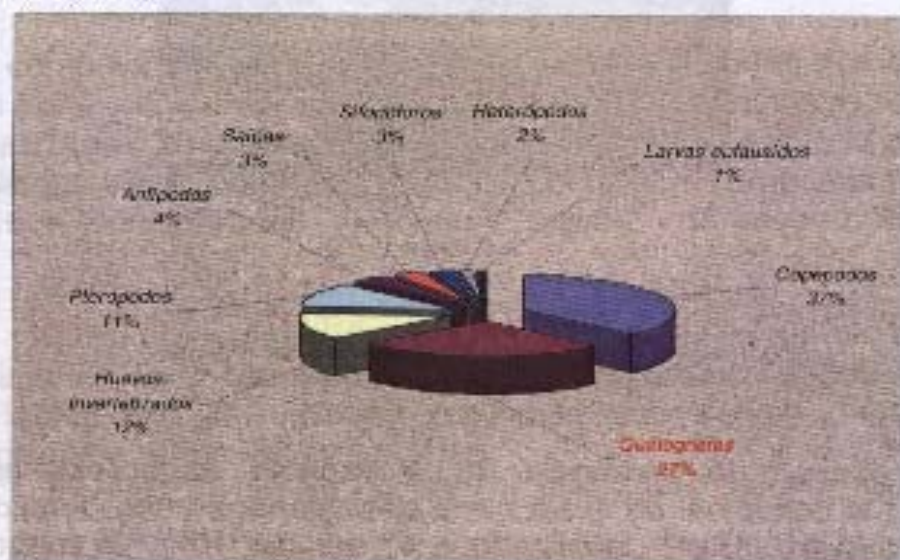


Figura 34. Abundancia relativa de los grupos del ZOOPLANCTON en la capa superficial de la sección 89° W en el CO-1-04 (Mayo-2004)

Dentro de la categoría de accidentales se reporta la presencia de Larvas de eufáusidos, Larvas de Cirripedios, Larvas de Poliquetos, Medusas, Ctenóforos, Foraminíferos, Huevos y larvas de Peces que juntos alcanzaron una abundancia relativa de 3%.

Esta sección presentó una alta diversidad de grupos de zooplancton en comparación con las otras secciones determinándose un valor de 1.08 bits y una uniformidad de especies y grupos en esta área de 0.48 bits.

Composición y abundancia de Quetognatos

Se observa la presencia en la capa superficial de las especies *Sagitta enflata* y *S. pacifica* registrándose la máxima concentración de densidad poblacional de 5200 y 270 ind/1000 m³ localizado a los 2° sur (E-9), mientras que en la capa subsuperficial se registró la mayor densidad poblacional a los 0° (E-8) de las especies *S. enflata* y *S. pacifica* con valores de 4300 y 2011 ind/1000 m³ respectivamente, (Fig. 35-36)

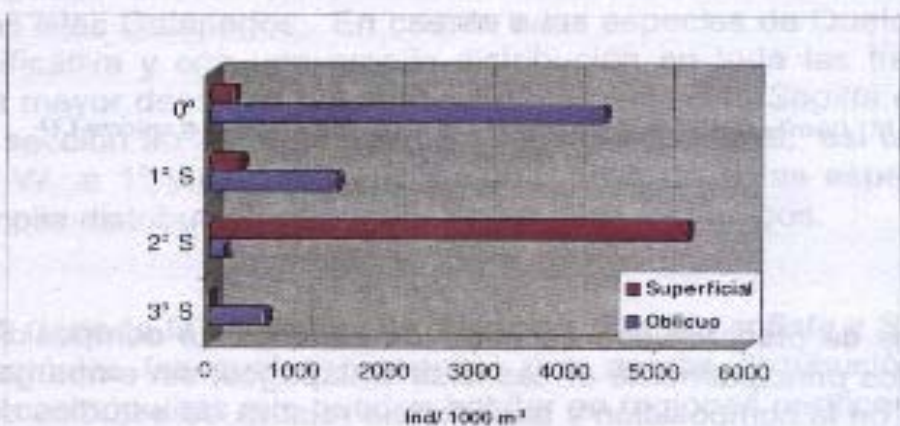


Figura 35. Distribución de *Sagitta enflata* en la sección 89° W en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

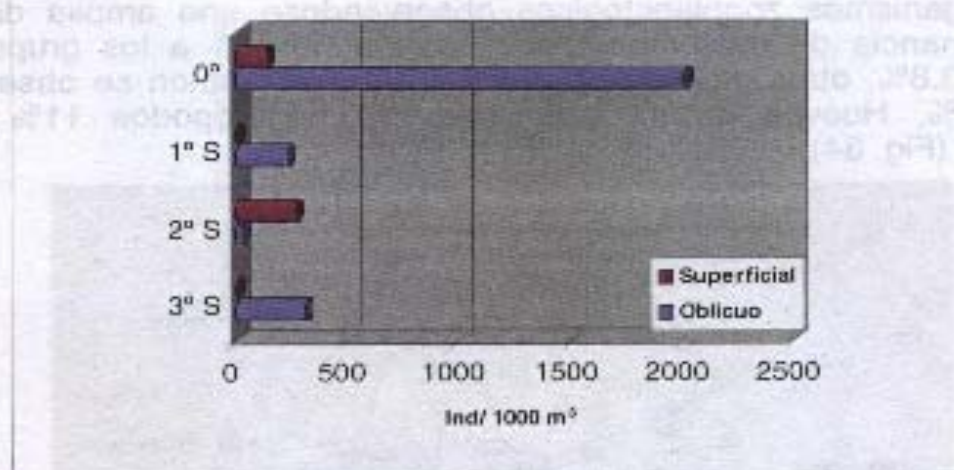


Figura 36. Distribución de *Sagitta pacifica* en la sección 89° W en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

Adicionalmente se observó la presencia de la especie *Sagitta hexaptera* con una distribución poblacional latitudinal de sur a norte observándose una densidad poblacional con un valor de 150 ind/1000 m³ localizado a 1° sur (E- 10) y la menor densidad se encontró en la estación 9 ubicado a 2° sur con un valor de 25 ind/1000 m³, *S. hexaptera* es una especie típica de aguas intermedias y profundas (Fig. 37).

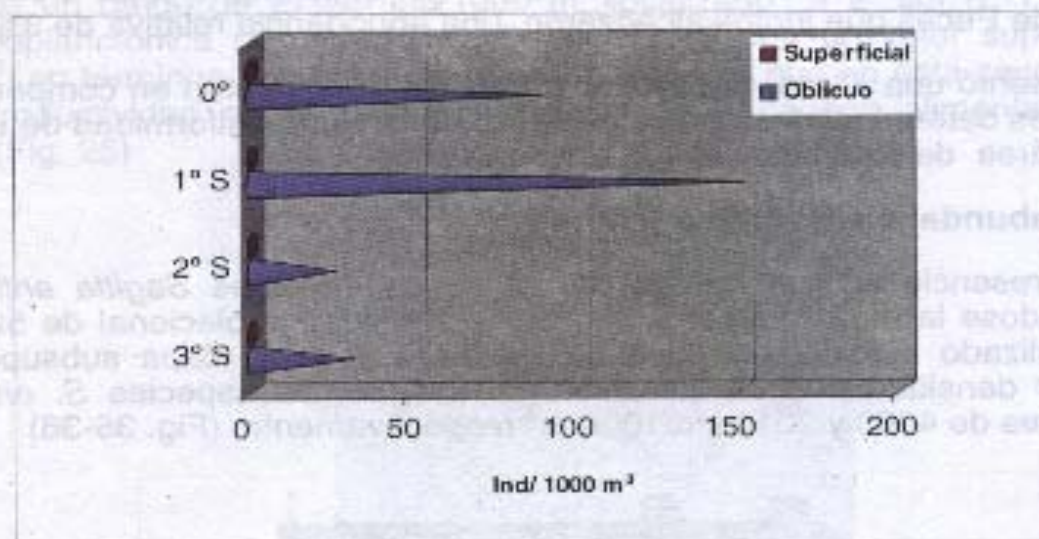


Figura 37. Distribución de *Sagitta hexaptera* en la sección 89° W en el crucero CO-1-04 (Mayo-2004)

DISCUSIONES

En cuanto a trabajos de plancton son escasos los estudios de composición, distribución planctónica realizados principalmente en las islas Galápagos, sin embargo se realizó una comparación macro de la composición y abundancia relativa de estudios desarrollados en ésta área.

Semina (1978), reporta que las especies colectadas con el método de fijación y las capturadas en redes, presentaron diferencias en su composición y abundancia, evidenciando las especies de menor tamaño en muestras de agua y las de mayor tamaño e indicadores de eventos cálidos en las muestras de redes.

En cuanto a la composición del fitoplancton se reporta para las tres secciones en estudio la presencia de las especies *Rhizosolenia hebetata* y *Thalassiosira subtilis* indicadoras de masas de aguas frías y oceánicas, asociado a estas se observó la presencia poco usual de *Planktoniella sol* y *Asteromphalus brookeii* con una máxima distribución de norte a sur del área que son consideradas diatomeas típicas de masas de Aguas Tropicales Superficiales.

Torres y Tapia (1998), mencionan que las principales áreas de mayor concentración de productores primarios se presentaron al oeste de las islas Galápagos y en el Golfo de Guayaquil, variables de gran utilidad ecológica que actúan direccionadamente a la producción de grandes áreas de pesquerías.

Torres y Tapia (2000), registraron el mayor contenido celular hacia el oeste y sur de las islas Galápagos con 600.000 cel/l y la menor concentración hacia el noroeste de Galápagos con 300.000 cel/l.

Tapia y Torres (2000), encontraron la mayor concentración celular en Bahía Villamil con 5405.123 cel/l coincidentes con los máximos de clorofila; en las Bahías Naufragio, Academia, Puerto Velasco Ibarra y Darwin presentaron un promedio de 403.628 cel/l. El mayor número de especies se registró en 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.

Comparando con el presente estudio se resalta que en la sección 90° W se presentó la mayor biomasa de zooplancton en la capa superficial localizado a 1° norte y en la capa subsuperficial se registró la máxima densidad poblacional a 3° sur, evidenciándose una variabilidad espacial en los patrones de distribución de la biomasa zooplanctónica alrededor de las islas Galápagos. En cuanto a las especies de Quetognatos se reporta la presencia significativa y con una amplia distribución en toda las transectas en estudio, resaltándose la mayor densidad poblacional de las especies *Sagitta enflata* asociada a *S. pacifica* en las sección 90° W a 1° norte en la capa superficial, así también se reporta en la sección 92° W a 1° sur la presencia significativa de estas especies, lo que permite aseverar su amplia distribución alrededor de las islas Galápagos.

Naranjo (2000), reporta la presencia de especies *Sagitta enflata* y *S. pacifica* que son de hábitat epiplanctónico las cuales presentan una amplia distribución considerándose a estas especies cosmopolitas que pueden habitar en regiones neríticas y oceánicas.

Adicionalmente se observó ligeros parches de alta productividad zooplanctónica a 1° sur, destacándose una relativa diversidad zooplanctónica en esta área, coincidente con la

mayor presencia de la especie *Sagitta hexaptera* en esta zona de 1° sur a 3° sur en la capa subsuperficial en las transectas 89° y 90° W, ubicado al este de las islas Galápagos. Naranjo (Op. Cit) menciona que *Sagitta hexaptera* se presentó la mayor abundancia al sur de las islas Galápagos, destacando en especial la zona al sur de la isla Isabela, la especie *S. hexaptera* es considerada típica de aguas intermedias y/o profundas.

Mientras que en la sección 89°W se reporta una baja productividad zooplanctónica, registrándose la mayor biomasa zooplanctónica a los 2° y 1° sur en las capas superficiales y subsuperficial respectivamente, sin embargo se registró un máximo valor de diversidad aplicando el índice de Shannon – Wiener a los grupos zooplanctónicos, en comparación con las otras secciones en estudio.

En las áreas de mayor productividad (E.7), se registraron variabilidad en los parámetros físicos, determinándose valores de salinidad de 35.14 UPS y temperatura promedio de 22.14° C; mientras que en la estación 8 a los 0 - 10 metros de profundidad se registró una salinidad de 35.12 UPS y temperatura promedio de 21.92 – 22.11° C.

CONCLUSIONES

En términos generales la concentración de la biomasa de clorofila *a* se presentó mayor a 1° norte de la sección 90°W y a 0° índice que fue disminuyendo progresivamente hacia el sur, con rangos que se encuentran dentro de una categoría de baja productividad primaria.

La menor profundidad de la Transparencia coincide con la mayor concentración clorofílica a 1° norte de la sección 90°W.

La presencia de las especies *Rhizosolenia hebetata* y *Thalassiosira subtilis* indicadoras de masas de aguas frías y oceánicas, asociado a estas se observó la presencia poco usual de *Planktoniella sol* y *Asteromphalus brookeii* con una máxima distribución de norte a sur del área que son consideradas diatomeas típicas de masas de Aguas Tropicales Superficiales.

Con la red de 30 μ se observó la abundancia de las especies *Coronosphaera globosa*, *C. binodata* localizado a 0° de la sección 89° W, estas especies tipifican áreas de alta productividad.

En la sección 90° W se presentó la mayor biomasa de zooplancton superficial localizado a 1° norte y 3° sur estos patrones de distribución coincide con la distribución en la capa subsuperficial, determinándose ligeros parches de alta productividad zooplanctónica a 1° sur.

Se presentó una mayor diversidad de grupos de zooplancton en la sección 89° y 90° W con un índice de uniformidad de especies del phylum Quetognatos en todas las estaciones de muestreo.

Se destaca una amplia distribución alrededor de las islas Galápagos de la especie *Sagitta enflata*, asociada a *Sagitta pacifica*, estas especies esta posiblemente asociada con la presencia de la masa de Agua Tropicales Superficiales en la capa superficial, con mayor presencia a 1° norte de la sección 90°W.

En la capa subsuperficial se reporta la presencia de las especies *S. hexaptera* y *K. subtilis* desde los 1°sur a 3° sur, 90°W, estas especies son consideradas indicadoras de masas de aguas intermedias y profundas que tipifican la presencia de aguas frías en la capa subsuperficial

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por la ayuda brindada para efectuar la presente investigación. Al Dr. Roberto Jiménez y a la Dra. Elena Gualancañay por la revisión y sugerencias vertidas al manuscrito y al TN-NV- Luis Morales por la oportunidad de realizar las investigaciones en las islas Galápagos y publicar el presente trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFIA

- Alvariño, A. 1965.** Geographical distribution of Chaetognaths. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*. Vol. 6:152-187.
- Alvariño A. & M. Leira., 1986.** El zooplancton del Pacífico Ecuatoriano. *Inv. Mar. CICIMAR*. Vol. 3(1): 69-81.
- Arcos., F. y D. Bonilla. 1989.** Variación temporal del zooplancton de una estación fija en Bahía Academia (Galápagos) periodo 1986-1988 y su relación con la temperatura superficial. *Acta Oceanográfica del Pacífico* Vol. 5 No. 1 : 14-23.
- Balech, E. 1988.** Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Instituto Español de Oceanografía*, 1: 1-300.
- Boltovskoy, D. 1981.** Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino. *Mar del Plata. Argentina.*: 3-859 .
- Bonilla D. 1983a.** Estudio Taxonómico de los Quetognatos del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico* Vol. 2 No. 2 : 509-567 .
- Bonilla, D. 1983b.** Quetognatos de las islas Galápagos durante el crucero oceanográfico del 17-16 de noviembre de 1978. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol. 2(1): 147-160.
- Cupp, E., 1943.** Marine plankton diatomms of west coast. *Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California*. Eds H.Sverdrup, R. Fleming, L. Miller,5(1) : 1-238.
- Gasca, R. &E. Suárez. 1996.** Introducción al zooplancton marino. *ECOSUR CONACYT, México* :1-711.

- Jiménez, R., 1980.** El fitoplancton como posible indicador del afloramiento originado por la Subcorriente Ecuatorial (Corriente de Cromwell) al oeste de las islas Galápagos. Memorias del seminario sobre indicadores biológicos del plancton, Guayaquil - Ecuador: 20-70.
- Jiménez, R., 1983.** Diatomeas y dinoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 193-282.
- Mujica, A. y V. Ascencio. 1985.** Larvas de peces, Eufáusidos y estructura Comunitaria del zooplancton del Estrecho Bransfield (Crucero Sibex-Inach, 1984). Ser. Cient. INACH. 33: 159-186.
- Moreno, J., S. Licea y H. Santoyo. 1996.** Diatoms del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur: 1-280.
- Pesantes, F., 1983.** Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 283-399.
- SCOR UNESCO Working group 17, 1966.** Determination of photosynthetic pigments in the sea-water. Monographs on oceanographic methodology, 1, UNESCO : 9-18.
- Semina H., 1978.** The size of cells. In manual of phytoplankton, UNESCO. Sournia.
- Tomas C., 1997.** Identifying marine Phytoplankton. Academic Press, Florida: 1-858
- Torres y Tapia. 1998.** Variabilidad fitoplanctónica en 5 Bahías Acta Oceanográfica del Pacífico INOCAR, Ecuador, 9(1): 151-159
- Torres y Tapia. 2000.** Distribución del Fitoplancton y su comportamiento en el afloramiento en las islas Galápagos. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 9(1): 137-150.
- Tapia M, y Torres G. 2000.** Variabilidad fitoplanctónica en 5 Bahías, Islas Galápagos. Acta Oceanográfica del Pacífico 10 (1): 151- 159.
- Taylor, F. 1976.** Dinoflagellates from International Indian Ocean expedition. A report on material collected by the R.V. "Anton Brunn". Institute of Oceanography and Department of Botany, Canada: 227.
- Tregouboff, G. & M. Rose. 1957.** Manuel de Planctonologie Mediterrane. Centro National de la Recherche Scientifique, París. Tomo 2.