

COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL FITOPLANCTON DURANTE LA PROSPECCIÓN SÍSMICA EN LA COSTA ECUATORIANA, DICIEMBRE DE 2008

María Elena Tapia¹

RESUMEN

Este trabajo comprende la composición y distribución del fitoplancton en la región costera. Para el efecto se establecieron 23 estaciones distribuidas en tres regiones y seis secciones divididas desde la región norte de Esmeraldas hasta la región sur de Puerto Bolívar, este estudio se llevó a cabo en el Buque de Investigación Orión durante diciembre de 2008.

La mayor diversidad de la comunidad fitoplanctónica en la capa superficial, se observó en la Región Central, específicamente en la sección 4 con un total de 84 especies, destacándose las especies de Diatomeas dominantes como *Rhizosolenia stolterfothii*, *Thalassiosira subtilis*, *R. imbricata*, *Proboscia alata*, *Chaetoceros affinis*, y en el grupo Dinoflagelados se observaron abundantes *Gonyaulax polyedra* y *Goniodoma polyedricum* características de la región costera.

Las diatomeas fueron dominantes y en menor concentración se observaron los dinoflagelados, coccolitofóridos, silicoflagelados, cianobacterias y tintinnidos.

La mayor biomasa celular se registró en la Región Central (Sección 3), localizadas en la E-9 y E-12 en la capa superficial respectivamente.

Palabras Claves: Prospección sísmica, productividad, ecosistema, diversidad, especies.

¹Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur.

ABSTRACT

This work includes the composition and distribution of phytoplankton in the coastal region. For this purpose were established 23 stations on three regions and six sections divided from the northern region of Esmeraldas to the south of Puerto Bolívar, this work was carried out at the Research Vessel Orion in December 2008.

The greater diversity of the phytoplankton community in the surface layer was observed in the Central Region, specifically in Section 4 with a total of 84 species, highlighting the dominant species of diatoms as *Rhizosolenia stolterfothii*, *Thalassiosira subtilis*, *R. imbricata*, *Proboscia alata*, *Chaetoceros affinis*, and in the group there were abundant dinoflagellates *Gonyaulax polyedra* and *Goniodoma polyedricum*. characteristics of the coastal region.

Diatoms were dominant and in lower concentrations were observed dinoflagellates coccolitofóridos, silicoflagellates, cyanobacterias and tintinnidos. Most cell biomass was recorded in the Central Region (Section 3), located in the E-9 and E-12 in the surface layer, respectively.

Key Words: Prospecting seismic, productivity, ecosystem, diversity, species.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema pelágico regional está tipificado por una alta productividad biológica debido a condiciones oceanográficas únicas que se caracterizan por la presencia de aguas superficiales frías y ricas en nutrientes, producto de intensos procesos de surgencia costera (CPPS, 2000).

Los métodos de prospección sísmica marina consisten en la emisión de ondas acústicas, desde un buque en movimiento, que viajan a través del agua y alcanzan la superficie del fondo marino, posteriormente estas ondas son reflejadas hacia la superficie del mar donde el mismo buque las capta, registra e interpreta obteniendo datos acerca de las discontinuidades del fondo y subsuelo marino, de esta manera se determina la existencia de depósitos de combustibles fósiles.

Es necesario afrontar una etapa de transición, en cuanto al aprovechamiento de las fuentes de energía, para conseguir alcanzar un modelo social en el que la obtención de energía no dependa mayoritariamente de las extracciones de hidrocarburos y se centre en las energías renovables. El primer paso sería el de primar la conservación de los hábitats, la integridad de los ecosistemas y sus especies frente a los meros intereses económicos de la explotación de hidrocarburos.

Se conoce que los efectos de la prospección sísmica producen efectos negativos a la fauna marina en los aspectos físicos, fisiológicos y de comportamiento principalmente a los mamíferos marinos y peces, por esa razón, una de las primeras preocupaciones fue considerar la fecha más recomendable para desarrollar el proyecto sobre Prospección Sísmica en la Plataforma Continental del Ecuador. Se analizó la época en que existe el menor número de mamíferos marinos frente a la costa de Ecuador, que coincida con la época de menor intensidad de los afloramientos producidos por el Ecosistema de Humboldt y que influyen en la

productividad que hay en la costa ecuatoriana y alrededor de la Isla La Plata, esta isla, es área protegida, que está dentro del Parque Nacional Machalilla (PNM), por lo que se recomendó ampliar la distancia de protección de 10 km a 15 km, para minimizar los efectos de la prospección sísmica a la biodiversidad de este ecosistema marino insular (Cruz, 2010-2011).

Otro aspecto analizado fue determinar la fecha en que existe la menor biomasa planctónica del fitoplancton y zooplancton que coincida con la existencia del menor número de peces, con la finalidad de minimizar el daño a estos recursos. Se consideró también la época de reproducción del camarón en su medio natural y la época donde ocurren sus mayores migraciones al ecosistema del manglar, así como la época de reclutamiento a las zonas de pesca.

Los cambios climáticos globales tienen una conexión con la variabilidad en la tasa de disturbancia ecológica en áreas cercanas a la costa y en ambientes oceánicos, procesos que han sido involucrados para explicar la declinación del coral y la presión relacionada a impactos antropogénicos, tales como sobreexplotación de pesca y otros niveles tróficos, contaminación marina y eutrofización costera son enunciados por (Marshall, Bonaventura, Mitchell, Sherman, Shinn, Dolah y Barber 2000).

Esta investigación describe el comportamiento del primer nivel trófico en el ecosistema costero del mar ecuatoriano, conocer la incidencia de las principales especies que se encuentran formando núcleos de mayor productividad e interrelacionadas con las condiciones ambientales durante el crucero realizado en diciembre de 2008.

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio comprende la franja costera del mar ecuatoriano, que va desde 0° norte a 3° sur donde se realizarán 23 estaciones distribuidas en

tres regiones y seis secciones divididas desde el norte de Esmeraldas hasta el sur de Puerto Bolívar, este trabajo se llevó a cabo en el Buque de Investigaciones Orión (Figura 1).

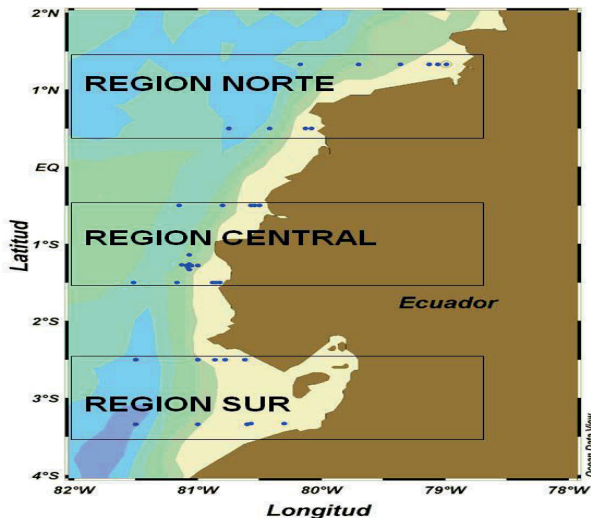


Figura 1. Ubicación de las estaciones de estudio establecidas en 3 regiones: Norte, Central y Sur, durante diciembre de 2008.

Para efecto de interpretación de los resultados obtenidos, se detallan a continuación las áreas de muestreo desarrollados para el estudio:

1. Región Norte:

Sección 1: Estaciones 1, 2, 3, 4
Frente a la costa de Esmeraldas.

Sección 2: Estaciones 5, 6, 7
Frente a Mompiche - Esmeraldas.

2. Región Central:

Sección 3: Estaciones 8, 9, 10
Frente a Bahía de Caráquez.

Estaciones 11, 12, 13, 14
Isla de La Plata.

Sección 4: Estaciones 15, 16, 17
Frente a Puerto López.

3. Región Sur:

Sección 5: Estaciones 18, 19, 20
Golfo de Guayaquil.

Sección 6: Estaciones 21, 22, 23
Puerto Bolívar (Golfo de Guayaquil).

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología de Campo:

A continuación se detalla el protocolo de cada uno de los parámetros que fueron analizados:

Clorofila a: Se colectaron muestras de agua con la botella Van Dorn en ocho niveles de profundidad (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 metros). Se colectó un litro de agua marina para análisis de clorofila *a*, 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, posteriormente fueron envueltos con papel aluminio y dejando en refrigeración por 24 horas.

Biomasa celular: Para realizar los contajes celulares se colectaron muestras de agua con la botella Van Dorn en ocho niveles de profundidad (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 metros). Las muestras fueron colocadas en frascos de 250 ml y posteriormente se preservaron con solución de Lugol.

Fitoplancton (Red 50 u): Se obtuvieron muestras de fitoplancton mediante lances de arrastres superficiales, con redes simples cónicas de 30 cm. de diámetro con una abertura de malla de 50m. los arrastres superficiales se efectuaron por 10 minutos a una velocidad de 2 nudos, las muestras fueron preservadas con formaldehído al 4% neutralizado con bórax y para el cálculo del volumen de agua filtrada se utilizaron flujómetros previamente calibrados.

Método de Laboratorio:

Clorofila *a*: Las muestras fueron refrigeradas por un tiempo de 24 horas, se las dejó reposar por 30 minutos a temperatura ambiente, se centrifugaron cada muestra. Luego en un fluorómetro TURNER DESIGNS se leyeron las densidades ópticas de clorofila *a*, las lecturas se realizaron directamente en el tubo de fluorescencia. Para los cálculos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 17 (1966) (Tabla 1).

Rangos	Productividad
< 0.20 mg/m ³	Clorofila = Aguas de baja productividad
0.20 – 0.50 mg/m ³	Clorofila = Aguas ligeramente productivas
> 0.50 mg/m ³	Clorofila = Aguas productivas

Tabla 1. Escala de Clorofila *a* : Producción Primaria, expresado en mg/m³, Tapia (2006).

Contajes celulares: Se homogenizaron y se colocaron en cámaras de sedimentación de 25 ml por un período de 24 horas y examinadas en un microscopio invertido a 400 X de magnificación, mediante formulación los datos son convertidos en cel/l. Utilizando el método de Uthermohl en aguas superficiales y subsuperficiales (Tabla 2).

Escala	Ponderación
Mayor 3000 cel/l	Muy abundante
1000 - 3000 cel/l	Abundante
500-999 cel/l	Moderado

Tabla 2. Escala de biomasa celular : Contajes celulares, expresado en cel/l, Tapia (2006).

Fitoplancton (Red 50 u): Para los análisis de las muestras de redes, se obtuvieron 2 alícuotas homogenizadas, colocadas en un portaobjeto y sobrepuesto un cubreobjeto de 20 x 20 mm, en un microscopio óptico binocular, recorriendo toda el área del cubreobjeto, los datos son expresados en cel/m³.

En la identificación de especies fitoplanctónicas, adicionalmente se anotaron

los ciliados, silicoflagelados, cianobacterias y tintinnidos, siguiendo los trabajos de Jiménez (1983), Peribonio (1981), Pesantes (1983), Zambrano (1983), autores que han investigado las especies del Golfo de Guayaquil; y otros textos como Cupp (1940), Balech (1988), Moreno, Licea y Santoyo (1996), Semina (1967), Tomas (1997). Cronberg y Annadotter (2006). Con los valores absolutos obtenidos se calculó el número de células por metro cúbico de agua filtrada por la red utilizando la siguiente fórmula:

$$N = [(DV/SV) TN] / Q$$

Donde:

N = Número de individuos

DV = Volumen total diluido en m³.

SV = Volumen total de la alícuota

TN = Número total de organismos del plancton en la alícuota.

Q = Cantidad de agua filtrada por la red.

Escala de Abundancia relativa (Muestras con redes).

Para estimar la abundancia relativa de las diferentes especies se utilizó la metodología propuesta por Avaria (1965), resultando la siguiente escala de clasificación, de acuerdo a los datos obtenidos en las diferentes estaciones (Tabla 3).

Rangos	Ponderación
>3000.	Muy abundante
1000-3000	Abundante
500-999	Moderado
1- 499	Escaso
0	Ausente

Tabla 3. Escala de clasificación de especies Avaria (1965).

RESULTADOS

REGION NORTE.-

Clorofila *a*: Distribución Superficial y Subsuperficial.

Sección 1: En la capa superficial se registró una relativa productividad de clorofila *a*, encontrándose concentraciones entre 0.52 - 0.66 mg/m³ localizado en las estaciones 1 y 4 respectivamente.

La menor concentración de clorofila se registró en la estación 3 con un valor de 0.14 mg/m³ (Fig. 2).

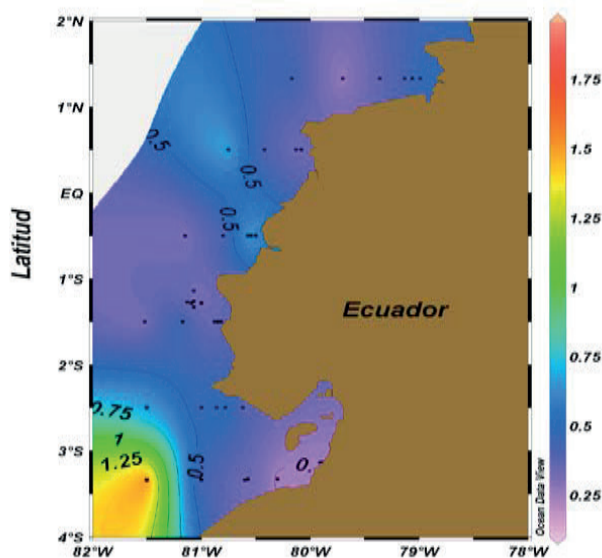


Figura 2. Mapa de distribución Superficial de Clorofila *a* en la Región Norte, Central y Sur del Litoral Ecuatoriano, diciembre 2008.

En la capa subsuperficial se presentó un incremento de las concentraciones de clorofila observado a los 20 hasta los 30 metros de profundidad con rangos entre 0.69 - 0.74 mg/m³ (estaciones 1 y 3).

Las menores concentraciones de clorofila se registraron en las estaciones 1 y 3 con valores entre 0.10-0.12 mg/m³ localizados a los 40 y 75 metros de profundidad (Fig.3).

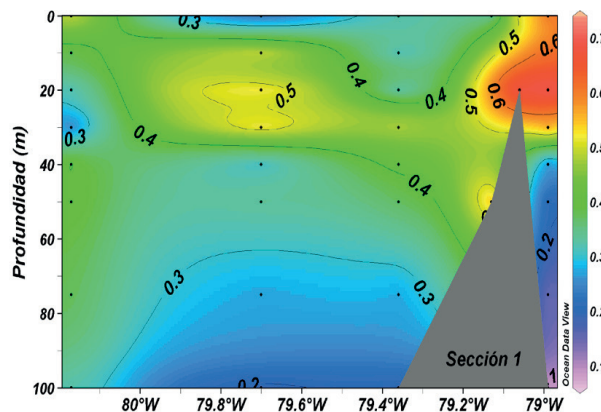


Figura 3. Mapa de distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila *a* en la Sección 1- Región Norte, diciembre 2008.

Sección 2: En la capa superficial se registraron aguas productivas con una concentración de 0.86 mg/m³ localizado en la estación 7.

La menor concentración de clorofila se registró en la estación 5 con un valor de 0.19 mg/m³.

En la capa subsuperficial se presentó un incremento significativo de las concentraciones de clorofila *a* con rangos entre 0.76 - 1.77 mg/m³ (estaciones 5 y 6), localizado a los 20 metros de profundidad.

Las menores concentraciones de clorofila se registraron en las estaciones 5 y 7 con valores entre 0.10-0.15 mg/m³ localizados a los 30 y 50 metros de profundidad (Fig. 4).

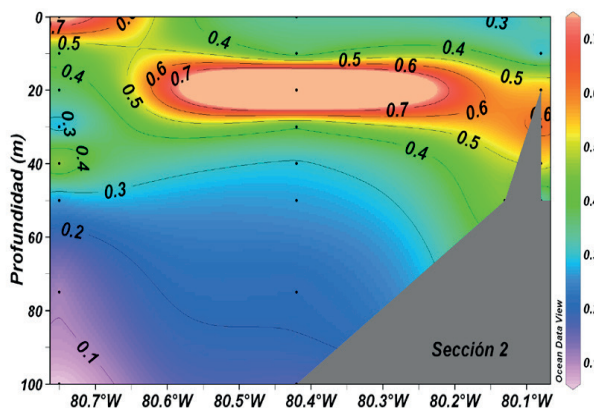


Figura 4. Mapa de distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila *a* en la Sección 1- Región Norte, diciembre 2008.

Biomasa celular: Distribución Superficial y Subsuperficial.

Sección 1: La mayor concentración celular se registró en la estación 1, con 740 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 4 con 48 cel/l.

Esta biomasa celular estuvo representada por 32 especies siendo las especies dominantes *Rhizosolenia stolterfothii*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Coscinodiscus perforatus*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.*

A nivel subsuperficial las mayores biomásas celulares se registraron a los 10 m de profundidad localizados en las estaciones 1 y 2 con rangos entre 688-805 cel/l; mientras que las menores biomásas se observaron en las estaciones 3 y 4 a los 50 m con 120 -122 cel/l.

La biomasa celular registró una menor diversidad de especies, siendo representada por 28 especies y las especies dominantes fueron *Coscinodiscus perforatus*, *Pseudo-nitzschia recta*, *Thalassiosira subtilis*, *Skeletonema costatum* y *Rhizosolenia stolterfothii*, siendo una composición similar a la observada en la capa superficial (Fig. 5).

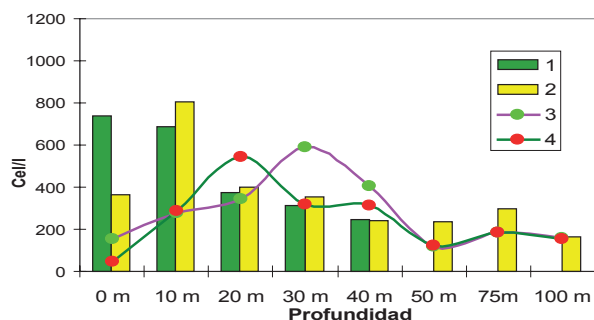


Figura 5. Distribución Superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en la Sección 1- Región Norte, diciembre 2008.

Sección 2: La mayor concentración celular se registró en la estación 5, con 489 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 7 con 308 cel/l.

Esta biomasa celular está representada por 25 especies siendo las especies dominantes *Pseudo-nitzschia paradoxa*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. excentricus*, *Thalassiosira subtilis* y *Mesodinium rubrum*, similares a la observada en la capa superficial.

A nivel subsuperficial las mayores biomásas celulares se registraron a los 10 y 30 m. de profundidad localizados en la estación 5 con rangos entre 688-805 cel/l; mientras que las menores biomásas se observaron en las estaciones 6 y 7 a los 30 y 75 m con 168-173 cel/l.

La biomasa celular está representada por 28 especies siendo las especies dominantes *Pseudo-nitzschia paradoxa*, *Coscinodiscus perforatus*, *C. excentricus*, *Thalassiosira subtilis* y *Mesodinium rubrum* (Fig. 6).

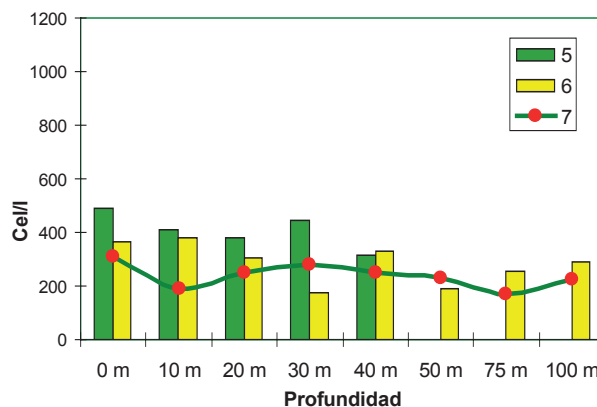


Figura 6. Distribución Superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en la Sección 2 - Región Norte, diciembre 2008.

Fitoplancton 50 μ : Arrastre Superficial

Sección 1: A nivel superficial se registró una diversidad de especies reportándose un total de 32068 cel/m³ en la estación 1 y 69 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas centrales (38), diatomeas pennales (5), dinoflagelados (21), tintinnidos (5), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las más representativas *Bacteriastrium hyalinum*, *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia calcar*, *R.imbricata* y *Corethron criophyllum*. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 2 con 1678 cel/m³ (Fig. 7).

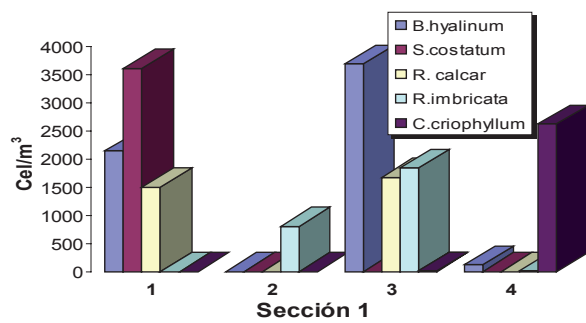


Figura 7. Distribución Superficial del Fitoplancton en la Sección 1- Región Norte, diciembre 2008.

Sección 2: A nivel superficial se registró una diversidad de especies reportándose un total de 13742 cel/m³ en la estación 5 y 65 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas centrales (36), diatomeas pennales (3), dinoflagelados (20), cianobacterias(1), tintinnidos (5), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las dominantes *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia imbricata*, *Thalassiosira subtilis*, *Thalassiotrix frauenfeldii* y *Proboscia alata*. La composición fitoplanctónica es muy similar en la capa superficial y vertical. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 7 con 1627 cel/m³ (Fig. 8).

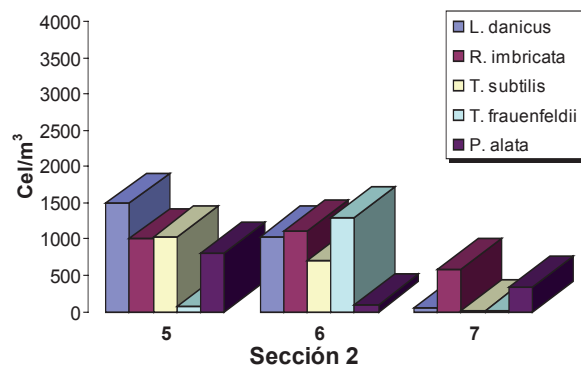


Figura 8. Distribución Superficial del Fitoplancton en la Sección 2 – Región Norte, diciembre 2008.

REGION CENTRAL.-

Clorofila *a*: Distribución Superficial y Subsuperficial.

Sección 3: En la capa superficial se registró una baja producción de clorofila *a*, con 0.24 mg/m³ localizado en la estación 10.

La menor concentración de clorofila se registró en la estación 9 con un valor de 0.14 mg/m³.

En la capa subsuperficial se presentó un ligero incremento de las concentraciones de clorofila *a* desde los 10 hasta los 50 metros de profundidad con rangos entre 0.26 – 0.44 mg/m³ (estaciones 9 y 10).

Las menores concentraciones de clorofila se registraron en la estación 10 con valores entre 0.03-0.10 mg/m³ localizados a los 50 y 75 metros de profundidad (Fig. 9).

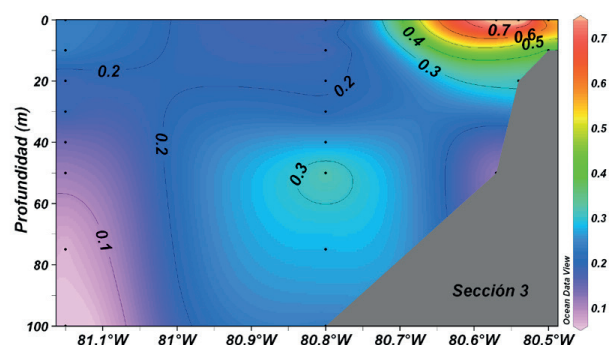


Figura 9. Mapa de distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila *a* en la Sección 3 - Región Central, diciembre 2008.

Isla de La Plata: En la capa superficial se registraron aguas ligeramente productivas con una concentración de 0.46 mg/m³ localizado en la estación 13.

La menor concentración de clorofila se registró en la estación 11 con un valor de 0.14 mg/m³.

En la capa subsuperficial se presentaron dos núcleos clorofílicos de 0.81-0.84 mg/m³ (estación 11), localizado a los 20-30 metros de profundidad.

Las menores concentraciones de clorofila se registraron en la estación 12 con valores entre 0.03-0.10 mg/m³ localizados a los 30 y 40 metros de profundidad.

Sección 4: En la capa superficial se registraron aguas muy productivas con una concentración de 0.96 mg/m³ localizado en la estación 16.

La menor concentración de clorofila se registró en la estación 15 con un valor de 0.26 mg/m³.

En la capa subsuperficial se observaron aguas productivas con rangos entre 0.62–0.73 mg/m³ (estaciones 16 y 17), localizado a los 10 y 30 metros de profundidad.

Las menores concentraciones de clorofila se registraron en las estaciones 15 y 16 con valores entre 0.05-0.10 mg/m³ localizados a los 10 y 20 metros de profundidad (Fig. 10).

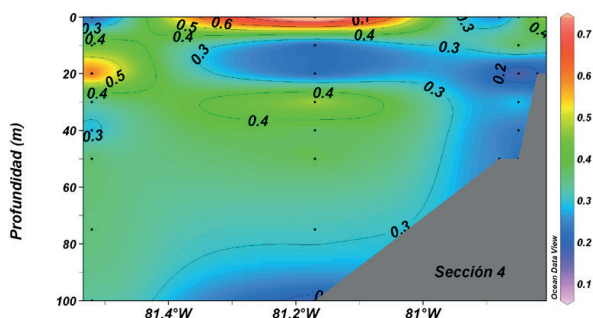


Figura 10. Mapa de distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila a en la Sección 4 - Región Central, diciembre 2008.

Biomasa celular: Distribución Superficial y Subsuperficial.

Sección 3: La mayor concentración celular se registró en la estación 9, con 1379 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 8 con 21 cel/l.

Esta biomasa celular está representada por 30 especies siendo las especies dominantes *Pseudo-nitzschia paradoxa*, *Coscinodiscus perforatus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.*

A nivel subsuperficial la mayor biomasa celular se registró a los 30 m. de profundidad localizado en la estación 10 con 1117 cel/l; mientras que las menores biomásas se observaron en las estaciones 8 y 10 a los 10 m. con 165-183 cel/l.

La biomasa celular está representada por 34 especies siendo las especies dominantes *Coscinodiscus perforatus*, *Pseudo-nitzschia paradoxa*, *C. excentricus*, *Thalassiosira subtilis* y *Pseudo-nitzschia recta* (Fig 11).

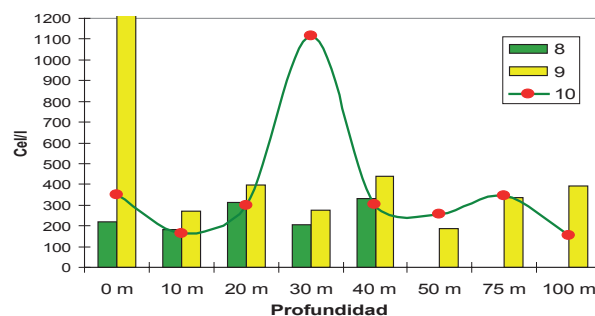


Figura 11. Distribución Superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en la Sección 3 - Región Central, diciembre 2008.

Isla de La Plata: La mayor concentración celular se registró en la estación 12, con 1359 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 14 con 118 cel/l.

Esta biomasa celular está representada por 25 especies siendo las especies dominantes *Thalassiosira subtilis*, *Leptocylindrus danicus*, *Coscinodiscus excentricus*, *Gymnodinium sp.*, y *Mesodinium rubrum*.

A nivel subsuperficial las mayores biomásas celulares se registraron a los 10 m de profundidad localizados en las estaciones 11 y 14 con rangos entre 598-635 cel/l; mientras que las menores biomásas se observaron en las estaciones 13 y 14 a los 20 m con 140-211 cel/l.

La biomasa celular está representada por 28 especies siendo las especies dominantes *Thalassiosira subtilis*, *Skeletonema costatum*, *Pseudo-nitzschia paradoxa*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.* (Fig. 12).

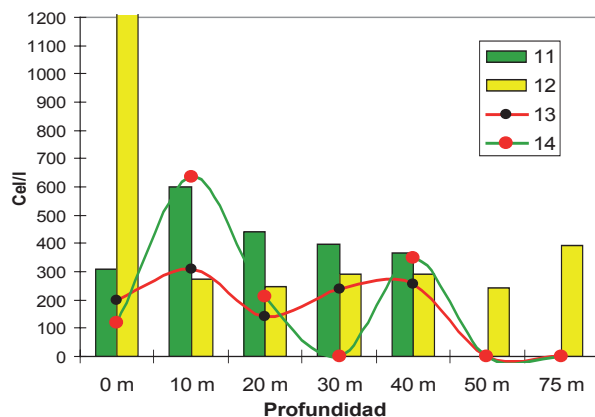


Figura 12. Distribución Superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en la Isla de La Plata - Región Central, diciembre 2008.

Sección 4: La mayor concentración celular se registró en la estación 17, con 345 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 16 con 167 cel/l.

Esta biomasa celular está representada por 30 especies siendo las especies dominantes *Pseudonitzschia paradoxa*, *Pseudoeunotia doliolus*, *Biddulphia alternans* y *Grammatophora marina*.

A nivel subsuperficial las mayores biomásas celulares se registraron a los 10 y 20 m. de profundidad localizados en las estaciones 15 -17 con rangos entre 355-412 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 16 a los 10 m. con 180 cel/l.

La biomasa celular está representada por 28 especies siendo las especies dominantes *Pinnularia brevicostata*, *Thalassiosira subtilis*, *Pleurosigma angulatum*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.* (Fig. 13).

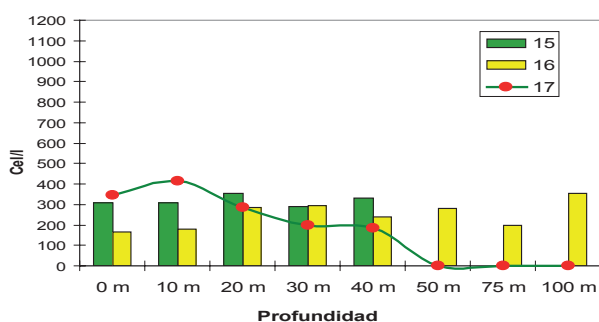


Figura 13. Distribución Superficial y Subsuperficial de la Biomasa celular en la Sección

4 - Región Central, diciembre 2008.

Fitoplancton 50 μ : Arrastre Superficial

Sección 3: A nivel superficial se registró una alta abundancia de especies reportándose un total de 12466 cel/m³ en la estación 10 y 67 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas centrales (29), diatomeas pennales (8), dinoflagelados (26), tintinnidos (4), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las dominantes *Rhizosolenia stolterfothii*, *Proboscia alata*, *Leptocylindrus danicus*, *R.imbricata* y *Thalassiosira subtilis*.

La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 8 con 1441 cel/m³ (Fig. 14).

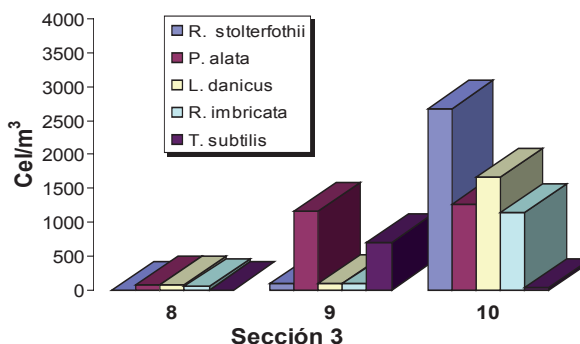


Figura 14. Distribución Superficial del Fitoplancton en la Sección 3 – Región Central, diciembre 2008.

Isla de La Plata: A nivel superficial se registró una moderada densidad celular reportándose un total de 4.235 cel/m³ en la estación 12 y 74 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas centrales (26), diatomeas pennales (4), dinoflagelados (38), silicoflagelados(1), tintinnidos (5), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las dominantes *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros coarctatus*, *Proboscia alata*, *Gonyaulax polyedra*, *G. polygramma*. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 11 con 166 cel/m³ (Fig. 15).

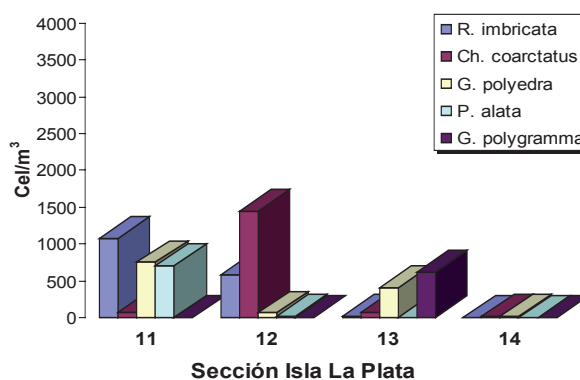


Figura 15. Distribución Superficial del Fitoplancton en la Sección Isla La Plata – Región Central, diciembre 2008.

Sección 4: A nivel superficial se registró una alta abundancia de especies reportándose un total de 11121 cel/m³ en la estación 15 y 84 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas centrales (38), diatomeas pennales (3), dinoflagelados (36), silicoflagelado (1),

cianobacteria(1), tintinnidos(5), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las dominantes *Dactyosolen mediterraneus*, *Proboscia alata*, *Oscillatoria sp.* acompañada de especies de aguas cálidas como *Ceratium fusus*, *Gonyaulax polygramma*. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 16 con 713 cel/m³ (Fig. 16).

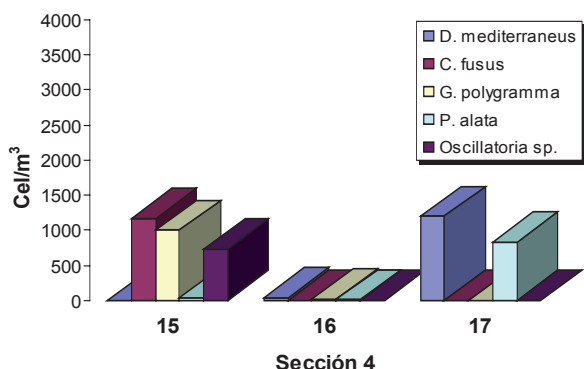


Figura 16. Distribución Superficial del Fitoplancton en la Sección 4 – Región Central, diciembre 2008.

REGION SUR.-

Clorofila *a*: Distribución Superficial y Subsuperficial.

Sección 5: En la capa superficial se registró una alta producción de clorofila *a*, con 0.66 mg/m³ localizado en la estación 20, coincidiendo con la alta biomasa zooplanctónica.

La menor concentración de clorofila se registró en la estación 18 con un valor de 0.19 mg/m³.

En la capa subsuperficial se presentó un ligero incremento de las concentraciones de clorofila *a* desde los 10 hasta los 20 metros de profundidad con rangos entre 0.64 – 0.79 mg/m³ (estación 20).

Las menores concentraciones de clorofila se registraron en las estaciones 19 y 20 con valores entre 0.18-0.23 mg/m³ localizados a los 20 y 75 metros de profundidad (Fig. 17).

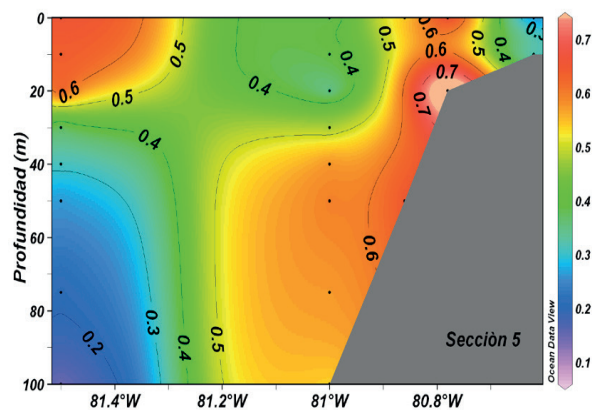


Figura 17. Mapa de distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila *a* en la Sección 5 - Región Sur, diciembre 2008.

Sección 6: En la capa superficial se registraron aguas muy productivas con un núcleo de 1.96 mg/m³ localizado en la estación 23.

La menor concentración de clorofila se registró en la estación 21 con un valor de 0.15 mg/m³.

En la capa subsuperficial se presentaron dos núcleos clorofílicos de 0.98 -1.91 mg/m³ (estación 22), localizado a los 30 y 40 metros de profundidad.

Las menores concentraciones de clorofila se registraron en la estación 21 y 23 con valores entre 0.21-0.22 mg/m³ localizados a los 10 y 75 metros de profundidad (Fig. 18).

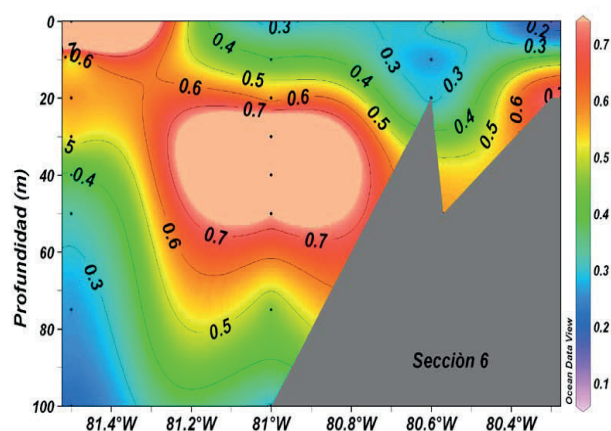


Figura 18. Mapa de distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila *a* en la Sección 6 - Región Sur, diciembre 2008.

Biomasa celular: Distribución Superficial y Subsuperficial.

Sección 5: La mayor concentración celular se registró en la estación 20, con 363 cel/l coincidiendo con la alta producción primaria; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 19 con 194 cel/l.

Esta biomasa celular está representada por 14 especies siendo las especies dominantes *Coscinodiscus perforatus*, *Thalassiosira subtilis*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.*

A nivel subsuperficial las mayores biomásas celulares se registraron a los 10 y 40 m. de profundidad localizado en las estaciones 18 y 20 con 394-497 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 18 con valores de 171-175 cel/l.

La biomasa celular está representada por 34 especies siendo las especies dominantes *Thalassiosira subtilis*, *Coscinodiscus excentricus*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.* (Fig. 19).

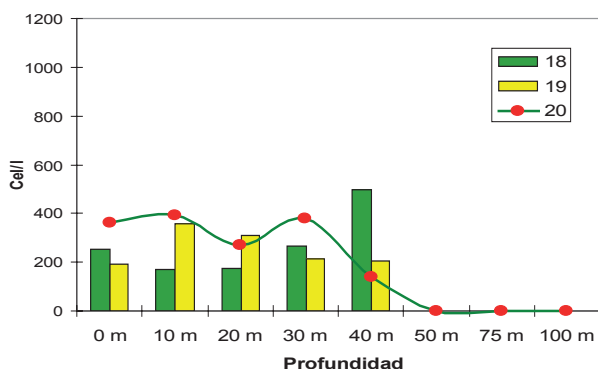


Figura 19. Distribución Superficial y Subsuperficial de la Biomasa celular en la Sección 5 - Región Sur, diciembre 2008.

Sección 6: La mayor concentración celular se registró en la estación 22, con 691 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 23 con 210 cel/l.

Esta biomasa celular está representada por 20 especies siendo las especies dominantes

Pseudo-nitzschia delicatissima, *Chaetoceros curvisetus*, *Thalassiosira subtilis*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.*

A nivel subsuperficial las mayores biomásas celulares se registraron a los 30 y 40 m de profundidad localizado en la estación 21 con rangos entre 364-497 cel/l; mientras que la menor biomasa se observó en la estación 22 a los 10 y 30 m. con 109 -172 cel/l.

La biomasa celular está representada por 12 especies siendo las especies dominantes *Coscinodiscus excentricus*, *Thalassiosira subtilis*, *Thalassiotrix frauenfeldii*, *Mesodinium rubrum* y *Gymnodinium sp.* (Fig. 20).

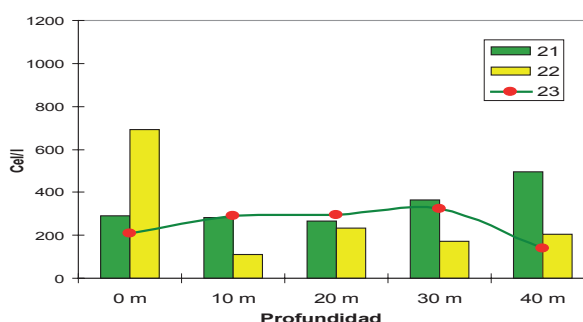


Figura 20. Distribución Superficial y Subsuperficial de la Biomasa celular en la Sección 6 - Región Sur, diciembre 2008.

Fitoplancton 50 μ : Arrastre Superficial

Sección 5: A nivel superficial se registró una moderada abundancia de especies observándose un total de 8904 cel/m³ en la estación 20 y 52 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas centrales (24), diatomeas pennales (85), dinoflagelados (19), tintinnidos (4), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las dominantes *Rhizosolenia stolterfothii*, *Lauderia borealis*, *Cerataulina bergonii*, *Chaetoceros eibonii* y *Eucampia zoodiacus*. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 19 con 453 cel/m³ (Fig. 21).

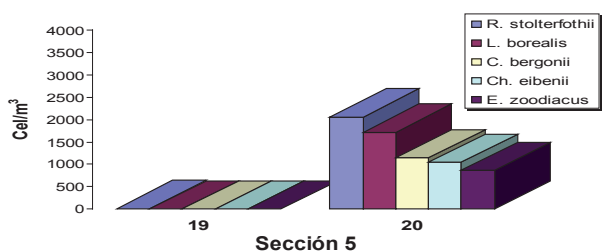


Figura 21. Distribución Superficial del Fitoplancton en la Sección 5 – Región Sur, diciembre 2008.

Sección 6: A nivel superficial se registró una baja densidad celular reportándose un total de 641 cel/m³ en la estación 23 y 48 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas centrales (12), diatomeas pennales (3), dinoflagelados (27), cianobacteria (1), tintinnidos (5), destacándose la dominancia de diatomeas siendo las dominantes *Thalassiosira subtilis*, *Coscinodiscus excentricus*, *Tintinnopsis* sp., acompañada de especies de aguas cálidas como *Goniodoma polyedricum* y *Ceratium furca*. La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 22 con 60 cel/m³ (Fig. 22).

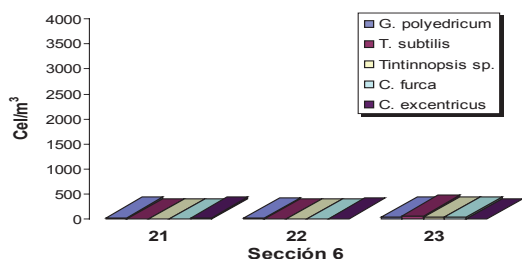


Figura 22. Distribución Superficial del Fitoplancton en la Sección 6 – Región Sur, diciembre 2008.

DISCUSIONES

Existen pocos trabajos de fitoplancton realizados a lo largo de la costa ecuatoriana y sus áreas de influencias; sin embargo, se consideró oportuno ampliar y recopilar una mayor información de la composición y abundancia relativa del fitoplancton.

La mayor producción primaria de clorofila *a* se registró en la capa superficial de la región Sur (E-23), y a nivel subsuperficial en la región

Norte (E-6) a los 20 m de profundidad.

Se establece durante el presente estudio, que las mayores concentraciones de Clorofila *a*: Se observó en la estación 9 correspondiente al Perfil 3 en la capa superficial con valores de 0.90 mg/m³ determinándose como una área de mayor productividad y la menor concentración se registró en la estación 4 correspondiente al Perfil 2 con valor de 0.10 mg/m³ durante la fase de flujo.

Jiménez y Pesantes (1977), encontraron al norte de Salinas los máximos de diatomeas con rangos entre 15000 a 30000 cel/l en octubre de 1973, destacando los géneros de fitoplancton predominantes en esta área: *Rhizosolenia*, *Nitzschia*, *Coscinodiscus*, *Thalassiosira* y los *Chaetoceros* hacia el área oceánica, en menor proporción se observaron *Bacteriastrium*, *Planktoniella*, *Eucampia*, *Skeletonema*; mientras que en el presente estudio se registraron disminuciones de estas biomásas celulares con rangos entre 823 a 1121 cel/l destacándose los siguientes géneros: *Rhizosolenia*, *Thalassiosira*, *Pseudo-nitzschia*, *Mesodinium*, *Gymnodinium* hacia el Perfil 4.

Peribonio (1981), en su estudio del fitoplancton efectuado en la Puntilla de Santa Elena registró en la capa superficial concentraciones de clorofila *a* con rangos entre 0.50 y 2.50 mg/m³, por lo tanto se puede indicar que la productividad primaria expresada en clorofila *a* registrada actualmente es inferior, sin embargo estos valores de clorofila pueden variar dependiendo de las condiciones ambientales y de la época estacional.

Tapia (2003-2004), registra en un estudio realizado en Esmeraldas que la mayor riqueza específica y abundancia relativa de especies encontró en el Terminal Petrolero destacándose la dominancia de la especie *Skeletonema costatum* y asociada a ésta se observó las especies *Chaetoceros affinis*, *Pseudo-nitzschia paradoxa*, *Thalassiotrix frauenfeldii* y *Skeletonema costatum*.

Torres y Tapia (2002), encontraron la mayor producción primaria hacia 1°sur evidenciando

dos núcleos hacia el área oceánica y en la zona costera hacia las cercanías de la isla de La Plata y Península de Santa Elena. La mayor concentración subsuperficial de clorofila fue hacia los 2-3 °sur, mientras que hacia el norte disminuyó y se profundizó ligeramente.

Tapia (2006), en su tesis doctoral registró que el índice de diversidad en La Libertad durante 1999 fue más alto que en el año 2000 con valores entre H:2.014-2.667 bits durante los meses de febrero y agosto predominando las especies *Rhizosolenia hebetata*, *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros affinis*, *R. imbricata*, *Ch. curvisetus*, *Ch. debilis*. En este estudio la mayor diversidad se registró en la estación 5 con 78 especies y la mayor abundancia se encontró en la estación 6 localizada en el Perfil 2 durante flujo con 4.151 cel/m³ registrándose las siguientes especies: *Chaetoceros coarctatus*, *Ch. radicans*, *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia imbricata* y *Goniodoma polyedricum*.

Gualancañay et al., 2010-2011, determinaron en el área de la Bahía de Jaramijó durante la época húmeda que la mayor biomasa celular se observó en el Perfil 1 (estación 2), durante flujo a nivel superficial, mientras que en la época seca se registraron dos núcleos celulares localizados en las estaciones 2 y 7; la menor biomasa celular se observó en la estación 5.

Para ésta época se registró una variabilidad en los parámetros físicos, determinándose valores de salinidad entre 34.5 UPS con una mínima de temperatura de 22.3° C localizada en la Sección 6 - Región Sur y una máxima de temperatura de 26.8° C registrada en la Sección 1 – Región Norte.

CONCLUSIONES

La mayor producción primaria de clorofila *a* se registró en la capa superficial de la Región Sur (E-23), y a nivel subsuperficial en la Región Norte (E-6), a los 20 m. de profundidad. que coincidió con la máxima biomasa zooplantónica, especialmente en la capa superficial, en comparación con las otras regiones del estudio.

No se observó una estrecha relación a nivel superficial y subsuperficial entre las producción primaria y las biomásas de contajes celulares en toda el área de estudio.

Empleando el método Uthermohl se determinó que la mayor biomasa celular se registró en la Región Central (Sección 3), localizadas en la E-9 y E-12 a nivel superficial y en la capa subsuperficial en la E-10 a los 30 m. de profundidad, en comparación con las otras regiones en estudio.

La mayor diversidad de la comunidad fitoplanctónica en la capa superficial, se observó en la Región Central, específicamente en la sección 4 con un total de 84 especies, destacándose las especies de Diatomeas dominantes como *Rhizosolenia stolterfothii*, *Thalassiosira subtilis*, *R. imbricata*, *Proboscia alata*, *Chaetoceros affinis*, y en el grupo Dinoflagelados se observaron abundantes *Gonyaulax polyedra* y *Goniodoma polyedricum*.

La alta diversidad de especies observadas en la Región Central, caracterizan una zona de mezcla que tipifican la presencia de especies de aguas frías neríticas y aguas cálidas costeras.

BIBLIOGRAFÍA:

Avaria., S. 1965. Diatomeas y Silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 12: 61-120.

Balech E., 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Instituto Español de Oceanografía, 1: 1-300.

Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). 2000. Estado del medio ambiente marino y costero del Pacífico Sudeste. Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas costeras del Pacífico Sudeste. Quito,

Ecuador. Primera edición: 17-20.

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.

Cruz, M., 2010-2011. La Prospección Sísmica costera 2D en el mar ecuatoriano, las investigaciones realizadas para minimizar sus impactos. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 16(1):153-160.

Cronberg, G., y H. Annadotter. 2006. Manual on Aquatic Cyanobacteria. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Institute Society for the study of Harmful Algae. Primera edición: 25-30.

Gualancañay E., Tapia M., Naranjo C., Cruz M., y Villamar F. 2010-2011. Caracterización biológica de la Bahía de Jaramijó, en la costa ecuatoriana. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Vol. 16(1): 32 – 54.

Jiménez R., y Pesantes F, 1977. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2(1):30.

Jiménez R., 1983. Diatomeas y dinoflagelados del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2(2): 193-282.

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

Moreno, J., S. Licea y H. Santoyo. 1996. Diatomms del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur: 1-280.

Peribonio, R., 1981. Distribución de clorofila a y feopigmentos en el Golfo de Guayaquil. Revista de Ciencias del Mar y Limnología, Ecuador (1):1-7.

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

SCOR UNESCO Working group 17, 1966. Determination of photosynthetic pigments in the sea water. Monographs on oceanographic methodology, 1 UNESCO: 8-9.

Semina G., 1967. Phytoplankton: In the Biology of the Pacific Ocean: Party I, Plankton. Ed. Bogorov V. 7: 27-85.

Tapia M. 2003-2004. Estudio de la comunidad fitoplanctónica en el Estuario interior de Esmeraldas, Ecuador durante mayo de 2002. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Vol. 12 (1): 21 – 28.

Tapia M., 2007. Variabilidad temporal del Fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento “La Niña 1999-2000”. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Vol. 14 (1): 37-48.

Tapia M., 2012. Variabilidad estacional del Fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales en el estuario interior de Esmeraldas, durante los años 2004-2005. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Vol. 17 (1): 41-65.

Thomas C., 1997. Identifying marine Phytoplankton. Academic Press, Florida: 1-858.

Torres G., y Tapia M, 2002. Distribución del Fitoplancton en la región costera del Mar Ecuatoriano, durante diciembre 2000. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 11 (1): 31 – 41.

Uthermohl H., 1958. Zur Vervollkommenung der Quantitativen phytoplankton Methodie Mitt Inter. Limnol. 9: 1-38.

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