LA SUBCORRIENTE ECUATORIAL: CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS ALREDEDOR DE LAS ISLAS GALÁPAGOS

Por:
Miriam Lucero M. (1)

ABSTRACT

During the Oceanographic Cruise on board of the BAE ORION, between May and June of the 2002, they were carried out measurements of profiles of current, temperature and salinity, in three longitudinal sections 92°, 90° 89°W, whose outputs mark the existence of a surface high-salinity core were found north and south of the islands, zones that coincide with the areas of upwelling and surface flows toward the east. A correlation of these three parameters manifest the physical characteristics of the Equatorial Undercurrent or Cromwell Current, who is introduced to the west of the islands with a thickness of approximately 50 meters, with eastward velocity of 60 cm/s, temperatures between 20-15°C and salinities between 35-32.5 ups. Observations east of the Galápagos Islands, its forks in two branchs, with eastward velocities don't of up to 50 cm/s, weakening in accordance direct toward the east, without discarding the possibility of that the same approaches until our coast.

RESUMEN

Durante el Crucero oceanográfico a bordo del BAE ORION, en mayo y junio del 2002, se realizaron mediciones de perfiles de corrientes, temperatura y salinidad, en tres secciones longitudinales 92°, 90° y 89°W, cuyos resultados señalan la existencia de núcleos subsuperficiales de alta salinidad presentes tanto al norte como al sur de las islas, zonas que coinciden con las áreas de surgencias y flujos subsuperficiales hacia el este. Una correlación des estos tres parámetros manifiestan las características físicas de la Subcorriente Ecuatorial o Corriente de Cromwell, la cual se presenta al oeste de las islas con un espesor de aproximadamente 50 metros, con velocidades promedios de 60 cm/s, temperaturas entre 20 y 15°C y salinidades entre 35 y 32.5 ups. Al cruzar las islas, esta Subcorriente se bifurca en dos ramales, alcanzando magnitudes que no sobrepasan los 50 cm/s, debilitándose aún mas, conforme continúa hacia el este, sin descartar la posibilidad de que la misma se aproxime hasta nuestras costas.

INTRODUCCIÓN

Muchas son los estudios efectuados sobre la presencia de la Subcorriente Ecuatorial o Corriente de Cromwell en el Pacífico central, siendo su presencia descubierta en esta zona en 1952 (Montomery, 1962), la misma que fuera observada como un flujo subsuperficial entre 2°N y 2°S a profundidades comprendidas entre los 30 a 300 metros, con dirección hacia el este y con una velocidad máxima de 1 m/s en el área del Pacífico central (Lukas & Firing, 1984). Sin embargo pocas son las contribuciones en torno a la evidencia de la Subcorriente Ecuatorial en el Pacífico este y más aún al oeste de las Islas Galápagos, como referencia en esta zona, se tiene que esta corriente se va debilitando hasta alcanzar magnitudes de 0.7 m/s en las cercanías de las islas Galápagos (Knauss, 1960), sin embargo, de las observaciones efectuadas por Montgomery (1962) concluye que el flujo hacia el este de las islas fue usualmente débil o ausente.

La continuidad de esta corriente desde el Pacífico central hasta las Islas Galápagos ha sido establecida por muchos investigadores, entre los cuales se tiene resultados obtenidos por Bruce and Taft (1973), Lukas (1966), quienes concluyen que la Subcorriente Ecuatorial se va debilitando conforme avanza hacia las Galápagos, con velocidad sobre los 0.50 cm/s.

Sobre las fluctuaciones estacionales, se tiene que para el área del Pacífico Central la Subcorriente Ecuatorial es fuerte y somera

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Casilla 5940, Guayaquil - Ecuador
Fax: (593-4) 248 5166. E-mail: corrientes@inocar.mil.ec

de marzo a septiembre y relativamente débil y profunda de noviembre a enero, esta variabilidad estacional al este del Pacifico, no ha sido aun establecida para el área del Pacífico este, sin embargo se tiene evidencias de su presencia al oeste y este de las Islas Galápagos, presentándose mucho más evidente y fuerte durante los meses de Agosto a Septiembre de acuerdo a los resultados obtenidos por Lucero (2000) donde se registran magnitudes de hasta 0.9 m/s al sur de ecuador, esto también concuerda con las observaciones efectuadas tanto en períodos normales como en las que el Evento de El Niño estuvo presente, encontrándose más fuerte en el primero de los casos (Lucero y Cornejo, 1990).

Entre las principales características hidrológicas de la Subcorriente Ecuatorial se tiene que la misma es considerada como una corriente bastante estable con un espesor de 200 a 250 m. en el Pacifico central, el cual va disminuyendo progresivamente hacia el este, alcanzando un espesor de aproximadamente 50 metros en las cercanías de la Islas Galápagos (Houvenaghel, 1981). La estructura termohalina de esta corriente presenta temperaturas entre 13 y 15°C y salinidades entre 34.9 y 35.0 ups, de acuerdo a las observaciones efectuadas por Lukas (1986). De mediciones directas de corrientes efectuadas por Knauss (1966), reporta la presencia de un flujo hacia el este que pasa por el norte de las islas y que se extiende hasta los 87°W, aunque no se reporta el flujo hacia el este al sur de las islas, sin embargo el alto contenido de oxígeno y núcleos de alta salinidad reportados sugieren que la Subcorriente Ecuatorial penetra en todo el archipiélago.

El propósito de este trabajo consiste en presentar nuevas evidencias de la presencia de esta Subcorriente, que pasa a través de las Islas Galápagos y que sus aguas han sido observadas hasta los 82°W (frente al Golfo de Guayaquil), este trabajo esta basado en mediciones directas de corrientes efectuadas a bordo del BAE ORION, en un crucero oceanográfico desarrollado entre abril y mayo del 2002.

ÁREA DE ESTUDIO

Las islas Galápagos constituyen uno de los más complejos, diversos y únicos archipiélagos oceánicos del mundo que aún mantiene su ecosistema y biodiversidad sin grandes alteraciones. Está localizada a 1.000 Km. del Ecuador continental, en el Océano Pacífico. Se trata de un archipiélago compuesto por 125 islas e islotes de origen volcánico. Por sus características climáticas se consideran a las islas de clima subtropical, localizadas en una zona de transición climática entre la costa occidental de Sudamérica y el de la zona seca del Océano Pacífico Central. Po

oceanográficas, distribuidas en toda la Región Insular, en un cuadrante comprendido desde 89ºW-2ºS hasta los 92ºW-1ºN (Fig.1), en cada una de las estaciones se realizaron mediciones de temperatura, salinidad, magnitud y dirección de las corrientes. Los datos de temperatura y salinidad fueron obtenidos desde los niveles superficiales hasta los 500 metros de profundidad utilizando un CTD SEABIRD, mientras que los datos de magnitud y dirección de las corrientes fueron obtenidos desde la superficie hasta los 100 metros, utilizando para su efecto un correntómetro ADCP WHS300.

Los datos de temperatura y salinidad superficiales y subsuperficiales obtenidos por el CTD fueron procesados con el programa SEASOFT en el cual utiliza un filtro de presión para eliminar los ruidos generados por las vibraciones del buque debido al oleaje, posteriormente estos datos procesados fueron graficados en secciones correspondientes a los 89ºW, 90ºW y 92ºW, utilizando los programas de graficación SURFER, obteniéndose cartas de distribución vertical de temperatura y salinidad correspondientes a estas secciones.

La información de magnitud y dirección de las corrientes fueron obtenidas con un correntómetro RD Instruments WHS300, en capas de 2 metros desde la superficie hasta aproximadamente los 100 metros de profundidad, estos datos fueron procesados inicialmente utilizando el software WINADCP. La información en cada estación fue obtenida por un tiempo aproximado de 45 minutos, la cual fue promediada a fin de obtener un solo perfil de datos de corrientes para cada una de las estaciones oceanográficas. En el procesamiento final de los datos, fue necesario considerar el movimiento del Buque sobre cada una de las estaciones (deriva) debido a la acción de las corrientes y el viento, esta información de la deriva del Buque fue registrada en cada una de las estaciones por un intervalo de 5 minutos, los mismos que fueron posteriormente promediados para obtener un solo dato de este parámetro, para cada una de las estaciones geográficas.

RESULTADOS

Los datos de temperatura, salinidad y corrientes obtenidos en las secciones verticales a lo largo de los 92º, 90º y 89ºW han sido procesados, analizados y correlacionados para describir e identificar las características físicas de la Subcorriente Ecuatorial, a continuación se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros.

SECCIONES DE TEMPERATURA

En toda el área de estudio la temperatura superficial del mar presenta valores que fluctúan entre los 23º y 24ºC, siendo la más cálida la sección ubicada en 89°W con 24.0°C.

Al oeste de las islas Galápagos (92ºW), se observa el afloramiento de la isoterma de 20ºC alrededor de los 0º, la cual asciende hasta los 10 metros de profundidad, y de manera inversa se observa el descenso de la isoterma de 15ºC hasta los 150 metros de profundidad alrededor de la misma latitud, produciendo una separación entre las isotermas que se encuentra entre estas (Fig.2a).

En la sección de los 90ºW la distribución de temperatura subsuperficial presenta un comportamiento diferente a la descrita en la sección anterior, si bien la isoterma de 20ºC tiene un comportamiento ascendente hasta alcanzar los 30 metros de profundidad alrededor de 1ºS, esta desciende en las cercanías de los 0º, mientras que la isortema de 15ºC se mantiene bastante estable, ubicándose alrededor de los 135 metros de profundidad a lo largo de toda esta transecta longitudinal (Fig. 2b).

Al este de las islas (89ºW) la isoterma de 20ºC se mantiene casi constante a lo largo de esta sección ubicándose entre los 40 y 50 metros de profundidad, de igual manera se observa la isoterma de 15°C, la cual se ubica entre los 120 y 175 metros de profundidad a lo largo de la sección, el descenso más sobresaliente de esta isoterma es alrededor de los 0º, finalmente se puede observar una

separación homogénea de las isotermas que se ubican entre la de 20° y 15° (Fig.2c).

SECCIONES DE SALINIDAD

Superficialmente, la salinidad presenta sus mayores rangos (35.1 ups) al oeste de las islas y sobre los 0° de latitud (Fig. 3a), mientras que un marcado decrecimiento de estos valores fueron observados en la sección de los 90°W sobre todo al sur de las islas donde alcanzan valores de 34.4 ups (Fig. 3b). En tanto que en la sección de los 89°W, se tiene valores de 34.9 ups, los mismos que permanecen constantes a lo largo de toda la sección (Fig. 3c).

La distribución subsuperficial de salinidad al oeste de las Islas Galápagos (92°W) está caracterizada por presentar un núcleo de alta salinidad (>35.2 ups) al sur del ecuador, el cual se ubica entre los 30 y 90 metros de profundidad (Fig. 3a); este núcleo de altas salinidades al pasar a través de las islas (90°W) se divide en dos núcleos, ubicándose cada uno de ellos al sur y norte de 0.5°S de latitud, ambos núcleos presentan características halinas semejantes, es decir salinidades mayores a 35.1 ups y están situados entre los 30 y 100 metros de profundidad (Fig. 3b). A lo largo de la sección de los 89°W se aprecia núcleos de alta salinidad ligeramente superior a las observadas en la sección anterior, lo cual es más evidente al sur de 0.5°S, donde alcanza salinidades de 35.3 ups (Fig. 3c) ubicados a profundidades comprendidas entre los 30 y 80 metros, al norte de los 0.5°S se observan dos pequeños núcleos con salinidades de 35.2 ups, los cuales podrían haber sido parte del núcleo de alta salinidad observado en los 90°W y que el mismo se ve disipado a medida que avanza hacia el este.

SECCIONES DE CORRIENTES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la componente zonal de las corrientes se observa al oeste de las islas (92°W) flujos superficiales hacia el oeste (W) al norte y sur de los 0.5°S, con magnitudes que alcanzan los 50 cm/s (Fig.4a), estos flujos al cruzar gran parte de las islas, es decir a la altura de los 90°W, se la observa de manera disipada y solo están presentes al norte de los 0.5°S (Fig.4b), mientras que en la sección de los 89°W, nuevamente toma consistencia los flujos con dirección hacia el oeste, con magnitudes promedio de 30 cm/s de la componente zonal (Fig.4c). En forma general podría indicarse que en los niveles superficiales de la region Insular predomina el flujo hacia el oeste.

Subsuperficialmente, al oeste de las islas (92°) es evidente un flujo con dirección este (E) ubicado hacia ambos lados del ecuador (Fig.4a) a profundidades comprendidas entre los 30 y 80 metros, como característica principal se puede apreciar un núcleo de altas velocidades (50-60 cm/s), el cual se encuentra centrado alrededor de los 50 metros de profundidad, posee además un espesor de aproximadamente 50 metros que coincide con la ubicación del núcleo de alta salinidad y el termostad observado a lo largo de esta sección, cuyas características físicas definen la presencia de la Subcorriente Ecuatorial.

El flujo subsuperficial observado an la sección anterior, al pasar los 90°W, se divide en dos ramales, un ramal localizado al sur de 1°S con un espesor aproximado de 40 metros y un núcleo de altas velocidades que no sobrepasan los 50 cm/s, ubicado alrededor de los 50 metros de profundidad (Figura 4b) y otro ramal localizado alrededor de los 0° con un espesor de 40 metros y un núcleo de altas velocidades que alcanzan los 50 cm/s ubicado alrededor de los 80 metros de profundidad, la presencia de estos dos ramales con las características indicadas, coinciden con las características termohalinas sintetizadas en las secciones anteriores.

A lo largo de la sección 89°W, se puede observar un solo ramal con dirección este, ubicado al sur de 1°S con un espesor de 50 metros, es decir mas ancho que el ramal sur observado en la sección anterior; en cuanto a la fuerza de este flujo, conforme avanza hacia el este, el mismo se va debilitando hasta alcanzar magnitudes máximas no mayores a 30 cm/s de la componente zonal este (Figura 4c), cuyo flujo es observado a profundidades

comprendidas entre los 40 y 100 metros. Alrededor de 0° y de 1°N se observa un pequeño núcleo centrado alrededor de los 60 y 50 metros de profundidad respectivamente, que bien podría ser el ramal norte de la Subcorriente Ecuatorial observado en la sección de los 90°W, que además coincide con los núcleos de alta salinidad (34.2 ups) observados en estos mismos niveles de profundidad (Figura 3c), que en definitiva son parte de la subcorriente Ecuatorial.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre las características oceanográficas de la Subcorriente Ecuatorial, alrededor de las islas Galápagos se presentan las siguientes conclusiones:

- Al oeste de las islas Galápagos, la Subcorriente Ecuatorial esta presente como una sola masa con su núcleo de máximas magnitudes centrada alrededor de los 0°, con un espesor de aproximadamente 50 metros de profundidad, salinidades mayores a 35 ups y temperaturas entre los 15 y 19°C, en esta sección la Subcorriente se la observa en niveles mas superficiales (30 y 80 metros) y de manera debilitada (menor a 60 cm/s) como ha sido observada por otros investigadores cono Knauss (1960) y Montogomery (1962).

- Al este de los 90°W la Subcorriente se presenta en forma de dos ramales ubicados al norte y sur del ecuador, presentándose el ramal sur mas somero que el ramal norte, en ambos casos las magnitudes no sobrepasan los 50 cm/s, cuyos flujos se van debilitando y dispersándose conforme ase dirige hacia el este, donde se observan magnitudes maximas de 50 cm/s, características físicas que además coinciden con las características termohalinas de la Subcorriente Ecuatorial.

- Al este de las islas, La Subcorriente Ecuatorial se presenta en forma mas débil, con magnitudes que no sobrepasan los 30 cm/s y mas visible el ramal sur de esta corriente, así como fuera observada también por White (1966), mientras que el ramal norte esta presente en forma de dos núcleos dispersos, este debilitamiento de la Subcorriente no descarta la posibilidad que la misma avance hacia las costas ecuatoriana, aunque sea de manera estacional como lo han evidenciado Stevenson, M. & B. Taft(1971).

- A pesar de que la información analizada en el presente trabajo corresponde a una época de transición (invierno-verano) las características oceanográficas de la Subcorriente Ecuatorial están muy bien definidas en esta área de estudio, lo cual concuerda con investigaciones efectuadas por otros investigadores (Houvenhaghel, 1981).

BIBLIOGRAFÍA

Enfield D., 1975. *Oceanografía de la Región Norte del Frente Ecuatorial: Aspectos Físicos. Instituto Oceanográfico de la Armada.*

Houvenaghel G. 1978. *Oceanographic Conditions in the Galápagos Archipiélago and Their Relationships with Life on the Islands. Upwelling Ecosystems, pag.181-202.*

Houvenaghel G.T. 1981. *Oceanograhic Setting of the Galápagos Islands. Key Environments, pag.44-54.*

Knauss, J.A., 1960. *Measurements of the Cromwell Current. Deep-Sea.Res. 6, 265-286.*

Knauss, J. A. 1966. *Further measurements and observations on the Cromwell Current. Journal of Marine Research, 24: 205-239.*

Lucero, M. y M.P, Cornejo, 1990. *Evidencia de la Corriente de Cromwell entre 92°W y 84°W, observada en periodos normales y durante el Niño 82-83. Acta oceanográfica del Pacífico, V6 , No.1.*

Lucero, M., 2000. *Distribución de las corrientes alrededor de las Islas Galápagos. Acta Oceanográfica del Pacífico, V.10, No.1.*

Lukas R. 1986. *The termination of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Pacific., Prog. Oceanogra. Vol.16, pp.69-90, 1986.*

Lukas, R. and E. Firing, 1984. *The geostrophic balance of the Pacific Equatorial*

Undercurrent. Deep Sea Research, 31, 61-66.

Lukas, R., 1985, *The termination of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Pacific. Join Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii, Honolulu HI 96822 U.S.A.*

Montgomery R. B. 1962. *"Equatorial Undercurrent Observations in Review", Journal of the Oceanographical Society of Japan 20th. Anniversary Volume, 487-489.*

Stevenson, M. and B. Taft, 1971. *New evidence of the Equatorial Indercurrent east of the Galapagos Islands Journal Marine Research. V. 20 No.2.*

Taft, Bruce, A., 1973. *Measurements of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Pacific*

White, W.B. 1966. *The Equatorial Undercurrent, the South Equatorial Countercurrent, and their extensions in the South Pacific Ocean east of the Galápagos Islands during February-March, 1967. Texas A & M Univesity.*

Wyrtki K., 1967. *Circulation and water masses in the eastern Equatorial Pacific Ocean International Journal Oceanology and Limnology I(2) 117-147.*

Wyrtki K., 1965. *Surface Currents of the eastern tropical Pacific Ocean. Bulletin Interamerican Tropical Tuna Commision.*

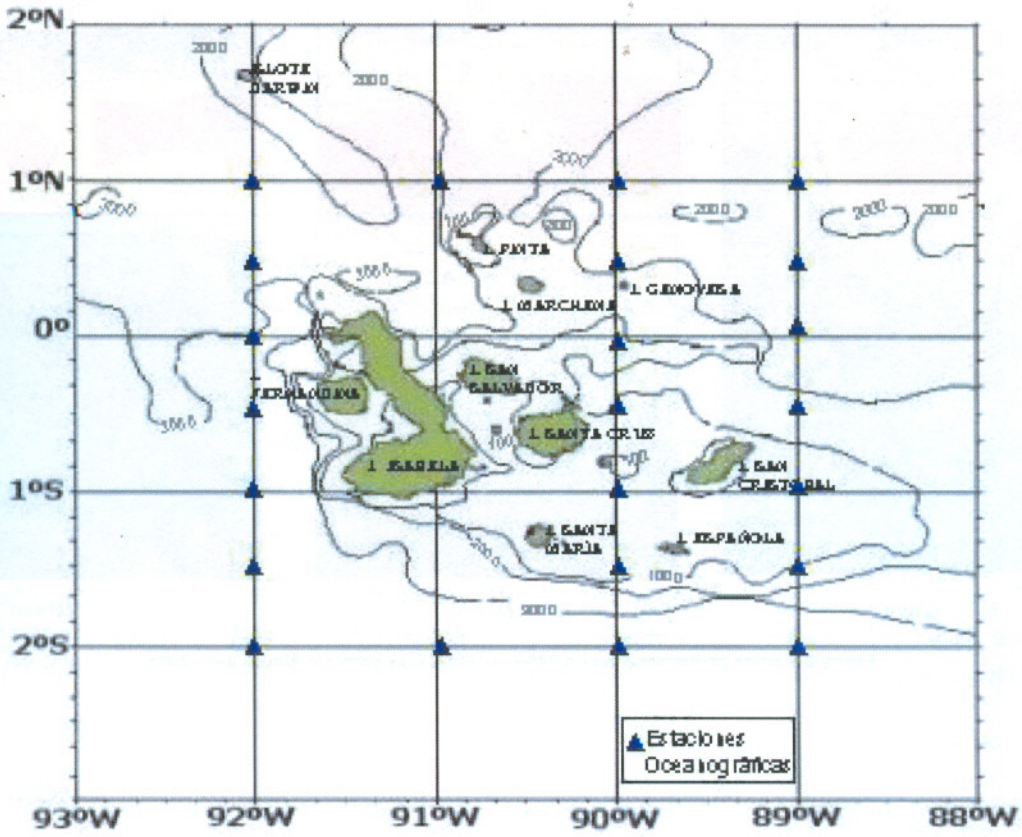


Figura 1. Área de estudio: Región Insular

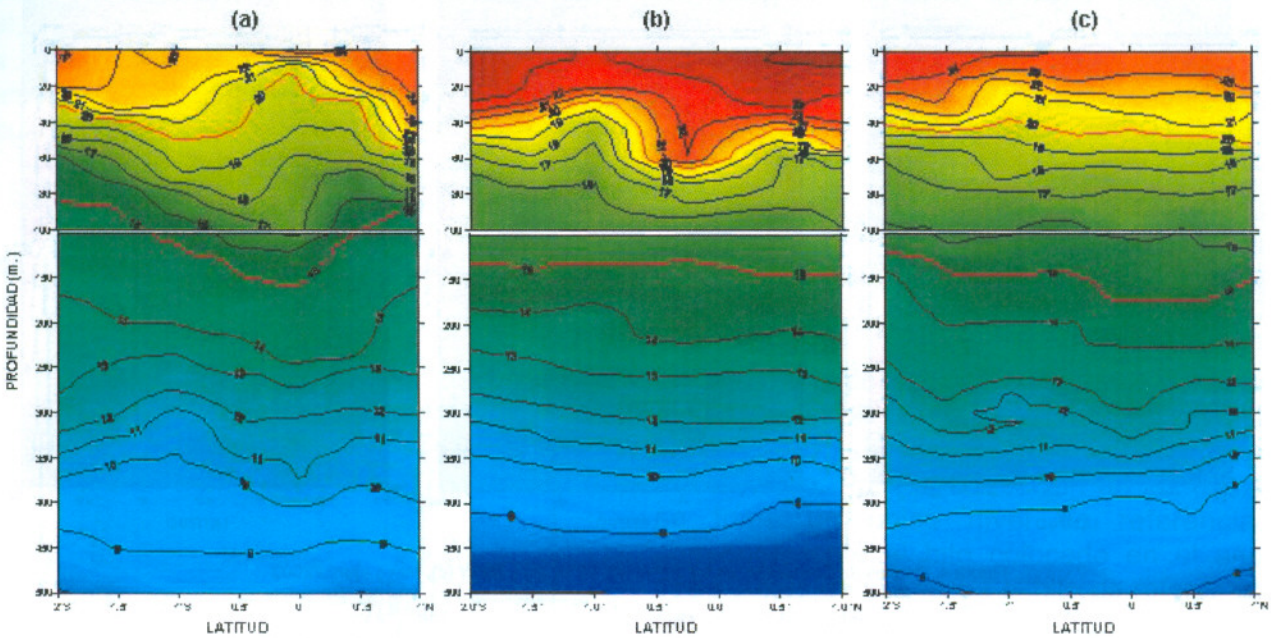


Figura 2. Perfiles de Temperatura, en los 92ºW (a), 90ºW (b) y 89ºW (c). Mayo - junio/2002

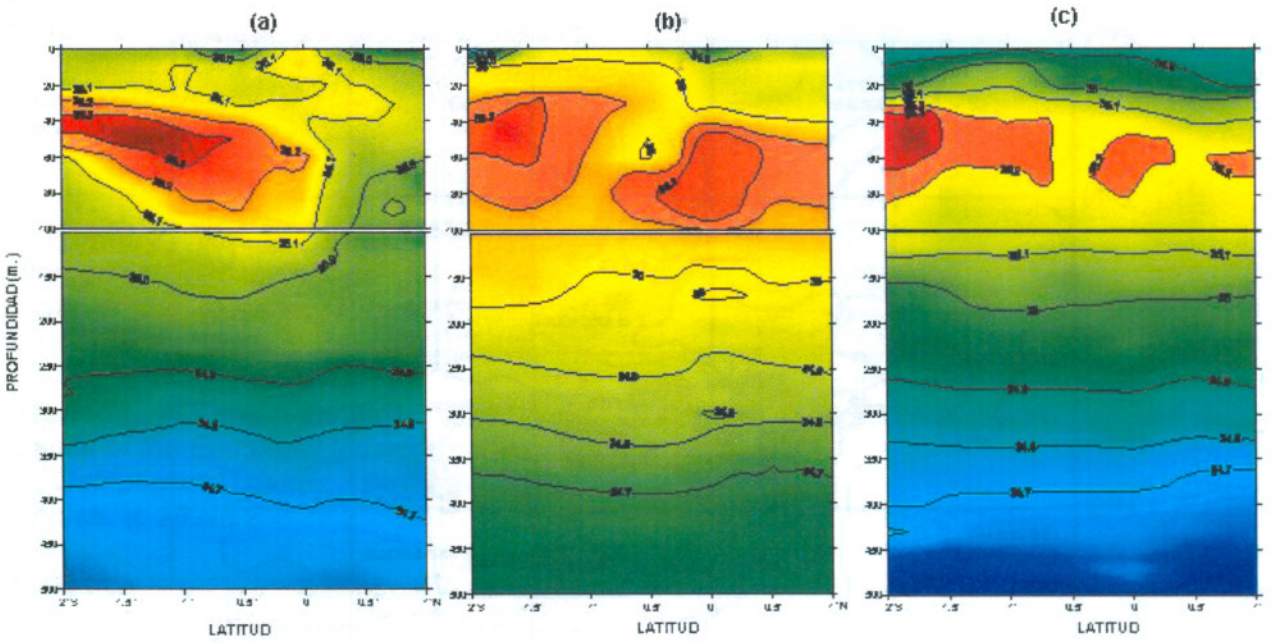


Figura 3. Perfiles de Salinidad, en los 92°W (a), 90°W (b) y 89°W (c). Mayo - junio/2002

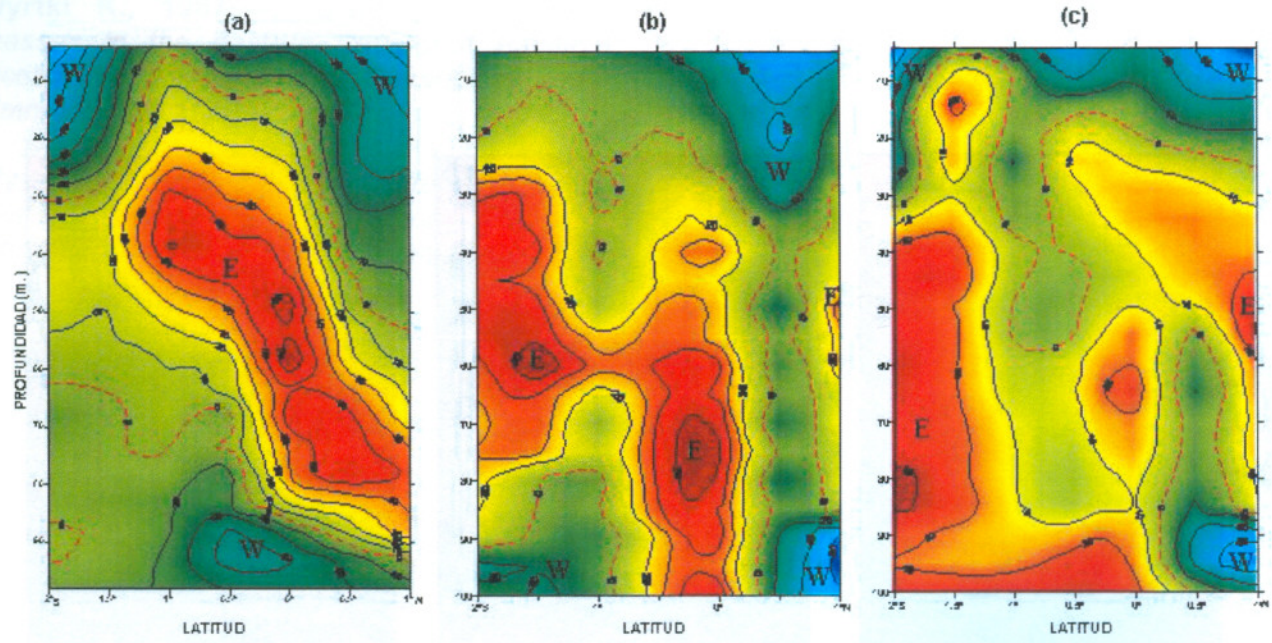


Figura 4. Perfiles de Corrientes, en los 92°W (a), 90°W (b) y 89°W (c). Mayo - junio/2002

ESTUDIO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR EN PUERTO BOLÍVAR

Por:
Leonor Vera

ABSTRACT

A database of the mean the sea level for about 32 years of daily measurements (1970-2002) is analyzed which have been measured by a tide recorder located at the coastal town Puerto Bolívar and belonging to the Navy Oceanographic Institute. An analysis of the trend and changes occurred in the period of measurements is developed. The data have been processed and corrected considering an unique level of reference and results indicated a tendency to increase the mean sea level in the next years.

RESUMEN

Tomando una serie de datos del nivel medio del mar de aproximadamente 32 años de duración, 1970 -2002, la cual ha sido medida desde un mareógrafo que mantiene el Instituto Oceanográfico de la Armada en la población costera de Puerto Bolívar, se hace un análisis de esta información para determinar la tendencia predominante del nivel del mar en el período analizado. Los datos han sido procesados y corregidos considerando un único sistema de referencia y los resultados indican una clara tendencia al incremento del nivel del mar en los años venideros.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el Ecuador cuenta con 10 estaciones mareográficas, ubicadas a lo largo de su costa norte-sur, tal como se indica en la Figura 1. La mayoría de estaciones cuenta con más de 20 años de información continua del nivel medio del mar (NMM), la misma que ya ha sido utilizada en estudios anteriores para la predicción del Evento El Niño en el Ecuador, Martínez/2000-2002.

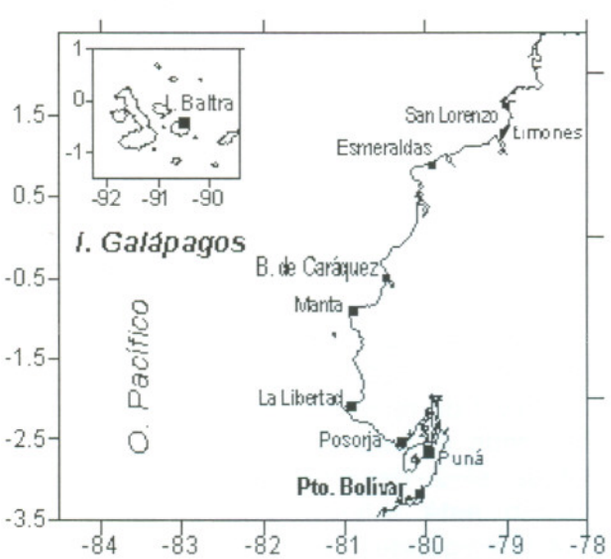


Figura 1.- ubicación de estaciones mareográficas en la costa ecuatoriana

Dada la actual discusión en el ámbito mundial sobre la tendencia de incremento del NMM, en el presente documento se realiza un análisis detallado de la serie de datos diaria del Nivel medio del mar correspondiente a la estación costera de Puerto Bolívar, provincia de El Oro, Ecuador, en donde se han reportado subidas frecuentes y exageradas del NMM.

Las mediciones del NMM se realizan con un mareógrafo de marca Stevens, colocado en el muelle de Autoridad Portuaria de Puerto Bolívar (3 º 15.9' S y 80º 0.2' W), el cual ha sido nivelado considerando una regla de mareas instalada en el muelle y que está referida a un hito o placa de marcación BM4 (bench mark), la cual está geodésicamente referenciada. Para la corrección de los datos se toma un único nivel de referencia, correspondiente al hito colocado en el año 1989. Antes de esa fecha el hito de referencia fue el colocado en el Yatch Club de Puerto Bolívar (BM2), actualmente destruido. Además se consideran todos los cambios y verificaciones de posición de la regla de mareas.

Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Casilla 5940, Guayaquil - Ecuador
Fax: (593-4) 248 5166. E-mail: inocar@inocar.mil.ec

METODOLOGÍA

Para este trabajo se analiza la serie de datos correspondiente a valores diarios del nivel medio del mar obtenidos directamente de promediar los valores horarios recuperados del mareógrafo de Puerto Bolívar, los mismos que se presentan en la figura 2.
En primer lugar se establece visualmente los datos fuera del rango, de acuerdo a los límites superior e inferior de 285 y 224 cm, respectivamente. Límites que se calcularon con la media y desviación estándar de la serie ($X \pm 1.96s$), considerando una distribución normal y un intervalo de confianza de 95%.

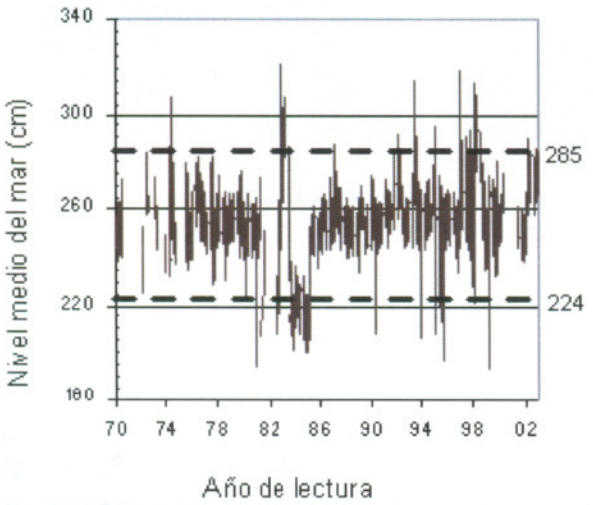


Figura 2.- Serie diaria del nivel medio del mar en Puerto Bolívar obtenida de los registros del mareógrafo

El gráfico permitió detectar valores extremos, los cuales se presentan en la tabla 1. Cada uno de estos grupos de datos fueron evaluados, se revisaron sus valores horarios de origen para encontrar los errores, eliminándose aquellos valores que no siguen la tendencia sinusoidal, que se repiten o que son extremos.

En la figura 3 se dan tres ejemplos de datos horarios con errores, correspondientes a mayo del 74, diciembre del 93 y enero del 97, los mismos que fueron eliminados. Al ser eliminado el dato horario, el promedio diario (resultado de promediar los datos horarios) de la serie que se analiza, también es anulado. Se prefiere mantener los blancos de la serie y no rellenarlos con sus valores medios porque estadísticamente no interfieren en el resultado final. Este control de calidad, se realiza con toda la serie.

Año	Valores mayores al límite superior (cm)	Valores inferiores al límite superior (cm)
1974	307.64	
1980		193.88
1982		211.01
1983	315	203.614
1985		204.614
1990		207.897
1993	314.91	205.91
1995		196.909
1997	318.909	
1998	313.911	
1999		193
Media de la serie : 254.816		
Desviación estándar de la serie: 15.436		
Rango inferior: 224		
Rango superior: 485		

Tabla 1.- Valores fuera del rango de la serie diaria del NMM

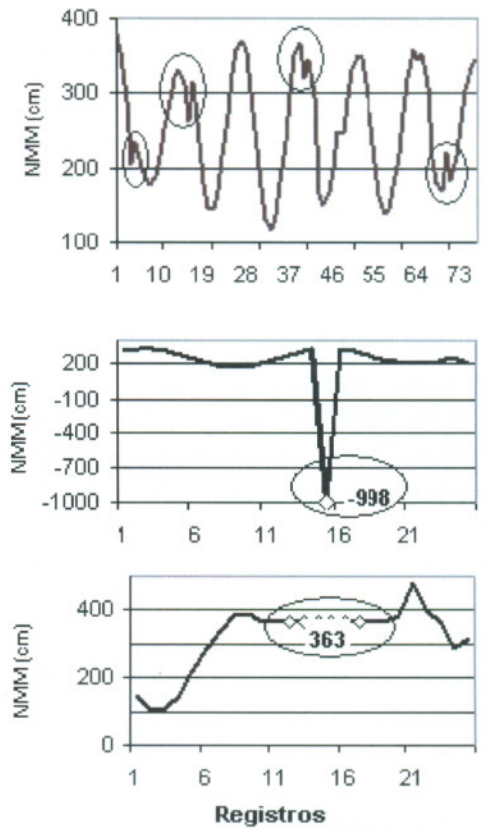


Figura 3.- Algunos horarios de mareas en donde se ha detectado errores a) Mayo de 1974 b) Didiembre 24/93 c) Enero 13/97

Una vez efectuado el primer control de calidad de los datos, éstos son llevados a un mismo nivel de referencia que, en este caso, corresponde al cero de la regla de mareas instalada el 2 de febrero de 1999, cuya ubicación está referida con la placa de marcación geodésicamente referenciada (BM4), ubicada frente a la Iglesia de la

localidad. Anteriormente en Puerto Bolívar existían mas de tres placas de marcación, y el nivel cero de la regla de mareas era medido con respecto a cada una de ellas, estas placas han desaparecido por daños físicos o por alteración de estructuras. La placa más representativa, por ser la que cuenta con mayor información, es la que se encontraba frente al Yatch Club de Puerto Bolívar (BM2), de la cual se tiene referencia desde 1960 hasta 1990. A partir de 1989 se coloca la placa BM4, la cual es la referencia actual para las mediaciones del NMM. Para realizar la corrección de los datos se consideró toda la información sobre cambios de placa y de regla de mareas efectuados como parte del mantenimiento.

Se efectúan los cálculos correspondientes, para definir que valores deben sumarse a los registros de la serie diaria, los cuales son mostrados en la tabla 2. De acuerdo a la fecha de medición y tomando en cuenta los cambios efectuados ha deducido un valor. Todos los datos son nivelados respecto al "0" de la regla referida a la placa BM4 (1999).

En la figura 4, se da una muestra de las correcciones realizadas para llevar el dato al nivel de referencia elegido. Una vez nivelados todos los datos, se presenta la serie corregida en la figura 5, a la que se añade la curva de tendencia lineal para conocer el desarrollo de la serie.

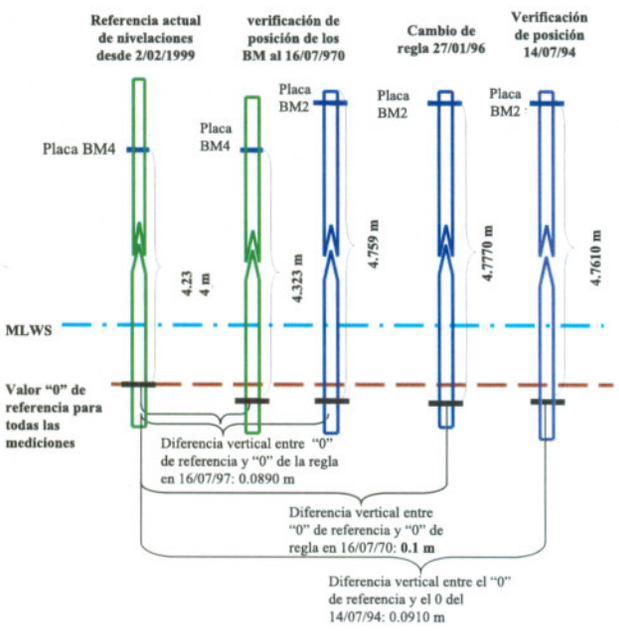


Figura 4.- Correcciones de los niveles "0" de las reglas de mareas con respecto a un mismo nivel de referencia

Período de Aplicación de valor corregido	Placa BM2 respecto a "0" de regla (m)	Placa BM4 respecto a "0" de regla (m)	Observación	valor a sumarse a registros diarios (m)
11/11/59 - 17/1/60	4.657		Posición	0.0130
18/01/60-22 /4/68	4.653		Prueba posición	0.0170
23/04/68-1 /10/69	4.621		Cambio de regla	0.0490
2/10/69-02 /08/70	3.936		Cambio de regla	0.7340
03/08/70-15 /2/71	4.48		Cambio de regla	0.1900
16/02/71- 6/ 08/71	4.175		Cambio de regla	0.4950
07/08/71-09 /2/72	5.253		Cambio de regla	-0.5830
10/2/72-05 /04/72	5.45		Cambio de regla	-0.7800
6/4/72-5 /4/73	5.207		Cambio de regla	-0.5370
6/4/73-2 /8/73	5.439		Cambio de regla	-0.7690
03/8/73-17 /1/75	5.006		Cambio de regla	-0.3360
18/1/75-15 /5/75	5.006		Prueba posición	-0.3360
16/05/75-19 /8/76	4.13		Cambio de regla	0.5400
20/08/76-29 /1/77	4.126		Prueba posición	0.5440
30/1/77-23 /06/78	4.787		Cambio de regla	-0.1170
24/6/78-16 /12/79	4.815		Cambio de regla	-0.1450
17/12/79-20 /5/81	4.815		Prueba posición	-0.1450
21/05/81- 2/ 08/83	4.66		Cambio de regla	0.0100
03/8/83-19 /03/85	5.056		Cambio de regla	-0.3860
20/3/85-14 /09/89	4.759		Cambio de regla	-0.0890
15/9/89-22 /8/90	4.773	4.349	Cambio de regla	-0.1030
23/8/90-26 /2/92	4.777	4.347	Prueba posición	-0.1070
27/2/92-23 /3/93	4.7597	4.323	Cambio de regla	-0.0897
24/3/93-13 /6/94	4.777	4.34	Prueba posición	-0.1070
14/6/94-26 /01/96	4.761	4.324	Cambio de regla	-0.0910
27/1/9 -15/0 7/97	4.77	4.334	Cambio de regla	-0.1000
16/7/97-01 /02/99	4.759	4.323	Prueba posición	-0.0890
2/2/99-en adelan te		4.234	Cambio de regla	0.0000

Tabla 2.- Correcciones de los registros del mareógrafo de Puerto Bolívar

Se relacionan valores altos con el fenómeno El Niño y se comprueba la relación entre el NNM y dichos eventos.

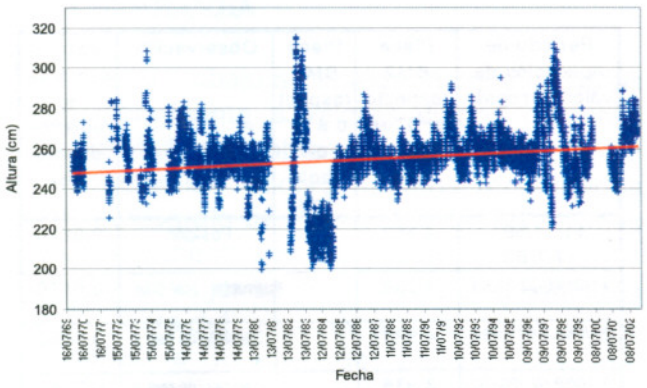


Figura 5- Datos horarios corregidos del NMM, Puerto Bolívar

RESULTADOS

Al analizar la serie de datos se observa que existen máximos períodos de ocurrencia del nivel del mar en los años1974, 1983, 1998, de los cuales los dos últimos corresponden a años de ocurrencia de un Evento el Niño. Asimismo los valores más bajos corresponden al año 1984-1985, período documentado como La Niña.

La relación entre la magnitud de los Eventos El Niño está claramente establecida para eventos fuertes tales como los ocurridos en 1982, 1997 y 1984, sin embargo cuando se habla de eventos débiles no se evidencia un aumento o disminución significativos.

La tendencia lineal indica un aumento de 16 cm en los 32 años de medición, lo que representa un promedio de 0.5 cm por año. La tendencia a aumentar el nivel del mar en el período de medición está dada por la ecuación "y = 0.0011x + 220.67", de la cual se puede deducir que de mantenerse esta tendencia, en 5 años existe la posibilidad un aumento de 2.5 cm del NMM.

CONCLUSIONES

La serie diaria del nivel medio del mar indica una tendencia a aumentar, siendo importante en este análisis las contribuciones de los valores del NMM durante los eventos El Niño.

La serie del nivel considerada en este estudio consta de algunos vacíos, que podrían ser parte de un evento océano atmosférico, lo que ocasionaría cambios considerables en la tendencia. Se recomienda entonces realizar el mismo análisis minucioso en localidades cercanas para observar si se presenta la misma tendencia.

El resultado de la tendencia a aumentar el NMM, coincide con posiciones internacionales que aseveran lo mismo, sin embargo hay que ser cautelosos al momento de asegurar el incremento, pues en otros casos como en este la falta de información completa podrá llevarnos a resultados subjetivos.

BIBLIOGRAFÍA

Emery W. and Thomson R., Analysis Methods in Physical Oceanography, 1992.

Workshop Report, International Sea Level Workshop, April, 1998

Martínez R., Zambrano E., Índice Multivariado El Niño en el Ecuador, Acta Oceanográfica del Pacífico, 2002.

Martínez R., Zambrano E. y Garcés J., Predicción del Evento El Niño 97-99, en el mar ecuatoriano usando métodos estadísticos, Acta Oceanográfica del Pacífico, 2000.

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS DEL RÍO ATACAMES 2002

Por:
Ana Rodríguez de Morán (1)

ABSTRACT

The present research developed as part of study of water quality of the Esmeraldas province rivers during May 2002, as a contribution of INOCAR to the Illustrious Municipality of Atacames canton, which is performing efforts on the operation plans of the Institution for fulfil with the conception of Ecuadorian state about environmental protection.

You present and evaluate the obtained results both in the study of quality of water as in the sediments of Atacames river in the Esmeraldas Province, taking into account the distribution and behaviour of physical, chemical and microbiologics parameters in an area that embrace between 5 Kilometers water up and his mouth in the pacific ocean.

During the study, you established that waters of the Atacames river, mainly those which are influenced by the population display serious problems of pollution for their chemical and microbiologic characteristics (deficitary conditions of oxygen, eutrofization, contamination for Total and Feacal coliforms bacteria) occasioned for the discharges mainly of residue of organic type originated from city.

Although exists the presence of petroleum hydrocarbon in the zone, the concentrations are under levels stablished in the Ecuadorian legislation, but you consider necessary observe the presence of contaminant, the some that through the time acquire chronicity characteristics with the risk this represent for both the bentonic biomass and for the organisms that nourish from her included the man.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló como parte de Estudio de calidad de las aguas de los ríos de la provincia de Esmeraldas durante Mayo del 2002, como aporte del INOCAR a la Ilustre Municipalidad del Cantón Atacames, Institución que se encuentra realizando esfuerzos en los planes de operación para cumplir con la concepción del estado Ecuatoriano sobre protección ambiental.

Se presenta y evalúa los resultados obtenidos tanto en el estudio de calidad de las aguas como de los sedimentos del río Atacames en la Provincia de Esmeraldas, tomando en consideración la distribución y comportamiento superficial de parámetros físico, químicos y microbiologicos en un área que abarca entre 5 kilómetros aguas arriba y su desembocadura en el Océano Pacífico.

Durante el estudio se estableció que, las aguas del río Atacames, principalmente las que se encuentran influenciadas por la población presentan graves problemas de contaminación por sus características químicas y microbiologicas (condiciones deficitarias de oxígeno, eutrofización, contaminación por coliformes totales y fecales) ocasionados por las descargas principalmente de desechos de tipo orgánico procedentes de la ciudad.

Aunque existe la presencia de hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos en la zona, tales concentraciones están por debajo de los niveles establecidos en la legislación ecuatoriana, pero se considera necesario observar la presencia del contaminante, el mismo que a través del tiempo adquiere características de cronicidad con el peligro que esto representa para la biomasa bentónica y para los organismos que se alimentan de ella, incluido el Hombre.

*(1) Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR.- P.O.Box, 5940, Guayaquil-Ecuador

INTRODUCCIÓN

El Estado ecuatoriano establece que la sociedad del país deberá observar permanentemente el concepto de minimizar los riesgos e impactos negativos ambientales mientras se mantienen las oportunidades sociales y económicas del desarrollo sustentable y reconoce que este desarrollo sólo puede alcanzarse cuando sus tres elementos – lo social, lo económico y lo ambiental – sean tratados armónica y equilibradamente en cada instante y para cada acción. Por lo tanto, todo habitante en el Ecuador y sus instituciones y organizaciones públicas y privadas deberán realizar cada acción, cumpliendo con tales premisas, de manera que propenda en forma simultánea a ser socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable.

El Ecuador y principalmente su zona costera ha venido soportando en las últimas décadas serios problemas ambientales, como es el deterioro de los recursos naturales y de los suelos provocada por la deforestación, erosión, y demás procesos degradantes lo que, lógicamente está afectando a la capacidad asimilativa de los ecosistemas susceptibles de afectación y contribuyendo al desempleo, la pobreza, la pérdida de productividad y la emigración rural, todo lo cual agrava los agudos problemas sociales que existen en el país.

Debido a la importancia de sus atractivos turísticos, arqueológicos y los recursos pesqueros que tiene la ciudad de Esmeraldas y sus ecosistemas circundantes para el desarrollo del país, el mismo que se ve afectado por los problemas de calidad ambiental que se presentan en su entorno. El INOCAR desarrollo un estudio sobre la calidad de las aguas y sedimentos durante Mayo del 2002 en aguas fluviales y marino - costeras de la provincia de Esmeraldas, determinando parámetros físicos y químicos en algunos puntos del río Atacames.

ANTECEDENTES

El área de Atacames comprende parte de los cantones Esmeraldas y Muisne, provincia de Esmeraldas. Comienza en Puerto Gaviota, al Este de la desembocadura del río Atacames, y finaliza en la cuenca del río Muisne, al Sur. Esta cuenca de unos 300 km2, es drenada por los ríos Taseche y Salima que forman el río Atacames, en cuya desembocadura está la población de Atacames. En la zona de confluencia de los tres ríos existían 578 hectáreas de manglares en 1969 que fueron reducidas a 52 ha. en 1987 por la construcción de piscinas camaroneras. El estrecho valle desarrollado por el sistema de este río tiene suelos de alta calidad. La cuenca junto a la del río Súa, es el área más seca de la zona. Las áreas de los dos afluentes del Atacames comprenden pastizales mezclados con cultivos de maíz, yuca y otros (PMRC, 1993)

La franja litoral de Atacames se caracteriza por cordones ligeramente levantados, acumulados en una antigua ensenada con puntas rocosas. Los suelos son arenosos, generalmente calcáreos salinos. El terreno es plano, erosionable. Los procesos costeros son muy dinámicos en el estuario del río Atacames, el cual se encuentra obstruido por una flecha creciente hacia el noroeste.

En cuanto a las características químicas en el área del río Atacames éstas han sido poco estudiadas.

PMRC, 1993. En el estudio de Calidad de agua costera ecuatoriana menciona que el río Atacames que bordea la ciudad recibe descargas directas de aguas servidas, así como basuras y desperdicios. El mismo estudio indica que el Oxígeno Disuelto se advierte agotado, tanto en invierno como en verano, con valores de (4.3 – 4.5 mg/l) respectivamente lo cual puede estar relacionado con los procesos de mineralización de la materia orgánica. Los nitritos se encuentran en mayor concentración en verano en el balnerario de Atacames con valores de 0.40 ugat/l, lo cual debe estar relacionado por los procesos de nitrificación de los vertidos domésticos en dichas playas. La carga de coliformes totales en verano es alta (15.000 NMP/100 ml) en el río Atacames, no así en la playa del mismo sitio que registró

210 NMP/100 ml; mientras que en los mismos lugares mencionados la contaminación por coliformes fecales es acentuada sobre todo en invierno.

UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Comprende el río Atacames, en un área que abarca entre 5 kilómetros aguas arriba y su desembocadura en el Océano Pacífico. Fig.1. Con 9 estaciones distribuidas en tres áreas como se indica en tabla 1.

FUENTE DE DATOS

La información utilizada para la presente investigación se origina del Proyecto del INOCAR "Estudio de calidad de las aguas de los ríos de Esmeraldas" durante Mayo del 2002.

METODOLOGÍA

DE MUESTREO:

La toma de muestras de agua se realizó a bordo de una lancha proporcionada por la Municipalidad de Atacames, mediante la utilización de botellas VAN-DORN de 4 litros de capacidad para el análisis de oxígeno disuelto y micronutrientes inorgánicos. El oxígeno disuelto fue analizado in-situ, inmediatamente luego de tomar las muestras y las de nutrientes congeladas para su posterior análisis por espectrofotometría de luz polarizada, mientras que para los parámetros microbiológicos se utilizó envases previamente esterilizados, preservándose las muestras a 4°C y transportándose las mismas inmediatamente luego de ser tomadas al laboratorio de análisis para su siembra y respectiva incubación.

Para el análisis de hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos, las muestras fueron tomadas en botellas de vidrio de 4 litros de capacidad, previamente tratadas y a una profundidad de 1 metro bajo la superficie, extraídas inmediatamente con n-hexano y refrigeradas para su posterior análisis por espectrofluorometría.

Los sedimentos superficiales fueron colectados en tres puntos: el primero en la intersección del río Atacames y río Grande, el segundo frente población y el tercero en la bocana o desembocadura del río en el Océano. Los mismos que fueron obtenidos utilizando dragas tipo Van-Veen y preservando las muestras en congelación para el análisis de pesticidas.

DE ANALISIS

La temperatura y salinidad se midió utilizando un CTD autocontenido SEA BIRD de la casa INTER OCEAN, debidamente calibrado.

pH: Mediante la utilización de un pHmetro marca GRANT, calibrado con buffers de diferente concentración (marca Labcraft - Brand y Cole Palmer Instrument Co)

Oxígeno disuelto y Demanda biológica de Oxígeno (DBO5): Método volumétrico de WINKLER.

Micronutrientes inorgánicos: Método espectrofotométrico indicado en el Manual de Strickland y Parsons

Coliformes Totales y Fecales: Por filtración de membrana, método aplicable a la examinación de aguas de bebida, naturales, potables y salinas

Hidrocarburos del Petróleo Disueltos y Dispersos : Método espectrofluorométrico, utilizando n-hexano como extractor y criseno como patrón de comparación, (Método sugerido en el Manual de CARIPOL y aplicado en el "Plan de Acción para el Pacífico Sudeste PNUMA - CPPS).

Pesticidas Organoclorados : Cromatografía de Gases

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

CALIDAD DE AGUAS
DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE PARÁMETROS QUÍMICOS

Temperatura y Salinidad:

En el área de estudio, la temperatura fluctúa entre 26°C y 27.6°C, observándose los menores valores en aguas interiores del río y aumentando ligeramente hacia la desembocadura del mismo, rangos que pueden considerarse normales para los lugares y la época.

La salinidad presenta similar comportamiento, con los valores menores hacia aguas interiores incrementándose conforme avanza hacia la desembocadura en la cual se evidencia el aporte de las aguas salinas procedentes del mar. Fig. 2.

Oxígeno disuelto/Demanda Biológica de Oxígeno

El oxígeno disuelto, presenta características diferentes en las áreas estudiadas, observándose condiciones deficitarias en las áreas 1 y 2, lo que se intensifica en aguas aledañas a la ciudad, con rangos inferiores al nivel permisible de la legislación ecuatoriana, (mínimo de 5 mg/l.), lo que esta originada por el aporte de residuos de toda índole que son vertidos, sin ninguna clase de tratamiento al cauce del río. Conforme se avanza hacia la desembocadura, las condiciones se recuperan incrementándose la concentración del parámetro, adquiriendo características normales en el área marino costera. El comportamiento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de las aguas es similar al parámetro antes mencionado indicando una severa contaminación que está recibiendo el ecosistema fluvial de Atacames, ya que se observa claramente que en las áreas aledañas a la población se manifiesta alto consumo de oxígeno, condición que mejora hacia la desembocadura del río. Fig. 3.

Nutrientes

En lo que se refiere a nutrientes, tanto el ión nitrato como el fosfato presentan una distribución similar y muestran la presencia de aguas eutrofizadas en las áreas de camaroneras y frente a la población, con rangos comprendidos entre (3.36 – 11.90 ugat/l) y (7.52 – 11.52 ugat/l) respectivamente, como producto de la materia orgánica existente en el mismo, dado la gran cantidad de material foliar que produce la presencia del bosque de manglar de la zona, como también por el aporte de desechos orgánicos procedentes de la ciudad, disminuyendo su concentración conforme avanza hacia la desembocadura, apareciendo con valores normales en las aguas superficiales marino-costeras. Fig.4.

Al igual que los parámetros anteriormente mencionados el silicato muestra valores altos comprendidos entre (138,91- 298,31 ugat/l) con el máximo en el área de la población decreciendo en su concentración en las aguas marino costeras. Fig. 5.

El comportamiento del ión nitrito es otro indicativo del aporte de contaminantes de origen orgánico que está recibiendo el cauce del río procedente de los desechos de la ciudad, ya que, como se observa, las más altas concentraciones se sitúan en el área 2, es decir la que se encuentra directamente influenciada por la población. Fig. 6.

Hidrocarburos Disueltos y Dispersos:

Los hidrocarburos del petróleo muestran valores muy por debajo de 0.5 mg/l, límite permisible de la legislación ecuatoriana para aguas marina y estuarinas, sin embargo hay que tener en cuenta que, dada la naturaleza de la fuente, (sitio de bombeo de camaroneras), se trata de la intrusión crónica de este contaminante al ecosistema, con el riesgo que esto significa para la misma empresa, ya que como se conoce, las camaroneras toman el agua para sus piscinas de la misma zona. Fig.7.

Coliformes Totales y Fecales:

Los coliformes totales y fecales son indicadores de contaminación por desechos domésticos presentando valores muy altos (8.400 y 8.900 NMP/100 ml) y (5.100 y 5.600 NMP/100 ml) respectivamente, en las estaciones 5 y 6, lo cual es producido principalmente por los desechos vertidos en el río por las descargas de aguas servidas y descargas de aguas residuales sin

tratamiento previo que la ciudad y las empresas camaroneras vierten al entorno, valores que están muy por encima del límite máximo permisible (200 NMP/100ml de coliformes fecales)establecidos en la legislación ecuatoriana, pudiendo observarse, por lo tanto, que toda el área de estudio está sufriendo el problema de contaminación microbiológica, a excepción de las muestras tomadas en la zona marino costera. La contaminación detectada esta afectando a los potenciales usos que tendría el río Atacames, como recreación y captura de mariscos a más de ocasionar enfermedades gastrointestinales, enfermedades de la piel, cólera, tifoidea que son las principales causas del deterioro de la salud, en especial de los barrios marginales que se asientan a orillas del río.

CALIDAD DE SEDIMENTOS SUPERFICIALES

Pesticidas organoclorados

La introducción de sustancias químicas descargadas intencional o no y las escorrentías de los suelos agrícolas, aportan al medio ambiente compuestos tóxicos como los organoclorados que son extremadamente tóxicos utilizados como pesticidas. Una de las principales características de estos compuestos son las propiedades lipofilicas y la resistencia a degradarse en el medio ambiente lo que determina su tendencia a acumularse en los sedimentos y los organismos, incluido el hombre.

La costa ecuatoriana lleva a cabo una importante actividad agrícola utilizando un promedio anual de pesticidas, en términos de toneladas de ingrediente activo de 3.110 TM para el periodo 1982 – 1984, ocupando anualmente el sector bananero 2.400 toneladas de insecticidas - nematicidas, y ha efectuado este tratamiento al suelo, por mas de 15 años, con productos que son considerados como de uso restringido RUP.

Para la evaluación de la problemática de la contaminación por pesticidas organoclorados, dado que la zona de Atacames es también agrícola, se llevó a cabo el análisis de estas substancias, cuyos resultados se los presentan en la tabla 2.

A pesar de que las concentraciones detectados son relativamente bajas, puede observarse que la mayoría de los pesticidas se localizaron en los sedimentos provenientes del área interior del río lo que podría estar ocasionado por que esa área recibe la influencia directa de la zona agrícola, seguida de las aguas frente a la población, no apreciándose esta clase de contaminantes en la zona marino costeras.

Hay que considerar que en la legislación ecuatoriana no existen niveles permisibles para pesticidas en sedimentos marinos, sin embargo, tomando en consideración lo que indica el Texto unificado de la Legislación Ambiental Secundaria actualizada a Diciembre del 2003, acerca de los valores máximos permitido para la remediación o restauración de suelos de uso agrícola, en lo referente a pesticidas organoclorados en el cual establece que la concentración de pesticidas organoclorados y sus metabolitos totales no debe ser mayor a 0.1 mg/Kg.

Parámetros microbiológicos

Al igual que las aguas superficiales, los sedimentos presentan una severa contaminación por microorganismos patógenos, ya que ellos también registran valores muy encima de los niveles permisibles con los más altos valores ubicados en las estaciones frente a la población. Fig.9.

CONCLUSIONES.

En forma general, el ecosistema del río Atacames se encuentra severamente deteriorado por problemas de contaminación, especialmente de origen orgánico, lo que está ocasionado por el vertimiento de aguas servidas procedentes de la ciudad, sin ninguna clase de tratamiento, lo que ha propiciado la presencia de altas concentraciones de microorganismos patógenos tanto en las aguas y sedimentos de la zona, especialmente en las áreas directamente influenciadas por la población.

Tal situación pone en peligro la salud de los pobladores, usuarios de esta agua, ya sea por contacto directo o por el consumo de los especies acuáticas que son capturados en la zona los cuales ingresan estos contaminantes a sus organismos biomagnificándolos y propiciando la aparición de enfermedades, especialmente entéricas.

A pesar de que la concentración de hidrocarburos del petróleo detectada en las aguas está por debajo de los límites permisibles, sin embargo la cronicidad de tal presencia hace que esta pudiera transformase en un problema de contaminación de las especies bioacuáticas con las repercusiones que pudieran suscitarse a la salud de los consumidores; pudiendo aplicarse similar razonamiento al caso de la presencia de los pesticidas analizados.

AGRADECIMIENTO

La autora deja constancia de su agradecimiento al Sr. CPNV-SU. Byron San Miguel M, Director del INOCAR, por el apoyo brindado para la ejecución de las investigaciones y la utilización de la información para la realización del presente trabajo.

Al señor Dr. Manuel Valencia T, Director del Instituto de Química de la Facultad de Ciencias Químicas por la lectura del manuscrito y por sus acertadas indicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Ayarza W., Garcés., 1983. *Estudio en San Lorenzo- Esmeraldas durante 1983. Revista de Ciencias del Mar y Limnología. Instituto Nacional de Pesca .,2(1): 55-69.*

Casanova, R., et all 1997. *Caracterización y Evaluación de la Calidad del Agua de la ensenada de Tumaco. Boletín Científico. Centro Control de Contaminacion del Pacifico (6)*

Cintron, G.R., Horna R., I. Solís y C. Bonifaz, 1981. *Algunas observaciones sobre el desarrollo del manglar en la costa continental del Ecuador y Perú. ESPOL. Guayaquil-Ecuador.1-22.*

CPPS., 2000. *Estado del Medio Ambiente Marino y Costero del Pacífico Sudeste.*

Grupo de Trabajo de Calidad de aguas, 1993. *Estudio de la Calidad del Agua Costera Ecuatoriana. Programa de Manejo de Recuros Costeros. PMRC, 46 pp.*

Hurtado., M. 1986. *Actualización del inventario de fuentes terrestres de Contaminación Marina en la costa continental del Ecuador. Informe Técnico.*

J.D.H. Strickland and T.R.Parsons, *A practical Handbook os Sea Water Analysis*

Ministerio del Ambiente, 2003. *Texto Unificado de la Legislacion Ambiental Secundaria actualizado a Diciembre 2003. Corporacion de Estudios y Publicaciones.*

PMRC., 1993. *Plan de Manejo de la ZEM Atacames-Súa- Muisne. Programa de Manejo de Recursos Costeros, Ecuador, (1):1-6.*

UNESCO. 1976. 1984. *Guía de Procedimientos Operacionales para el Proyecto Experimental de Vigilancia de la Contaminacion del Mar (petróleo) como parte de IGOSS. Manuales y Guías No 7,13 COI/OMN.*

Area	No. EST.	Ubicación	Latitud	Longitud
Camaroneras	1	Intersección río Atacames y río Grande	0°52´ 22.8¨N	79° 50´28.8¨ W
	2	Camaronera Los Chinos.	0°52´ 30¨N	79° 50´24.6¨ W
	3	Camaronera El Rosario S.A.	0°52´ 36¨N	79° 50´25.2¨ W
	4	Descarga de Camaronera Los Chinos.	0°52´ 14.4¨N	79° 50´45¨ W
Población	5	Puente de la calle 13 Ava.	0°52´ 14.4¨N	79° 50´55¨ W
	6	Puente principal Barrio Rosario.	0°52´ 18¨N	79° 51´00¨ W
Marino - Costera	7	Frente al Municipio.	0°52´ 34.2¨N	79° 50´38.4¨ W
	8	Bocana	0°52´ 45¨N	79° 50´25.8¨ W
	9	Marino Costero.	0°52´ 54¨N	79° 50´25.2¨ W

Tabla 1. Ubicación de estaciones de muestreo

FIGURA 1.- CALIDAD DE AGUA. RIO ATACAMES - ESMERALDAS MAYO 2002

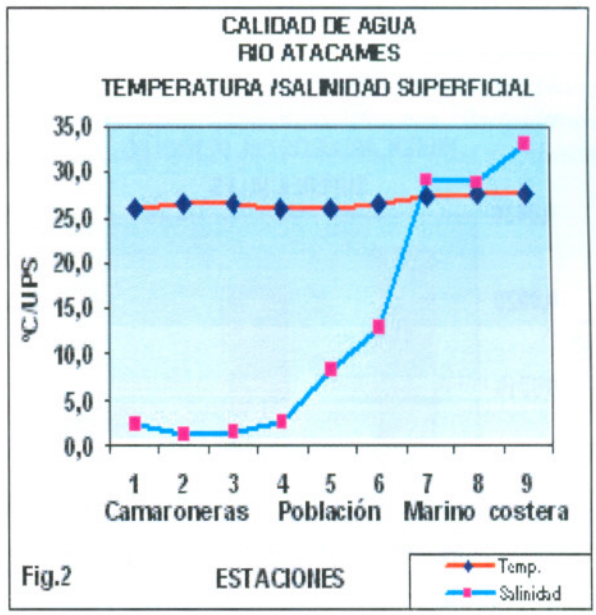


Fig.2

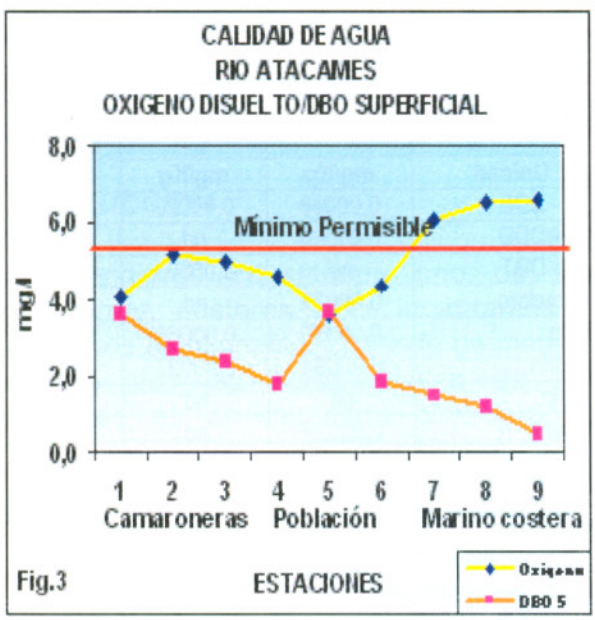


Fig.3

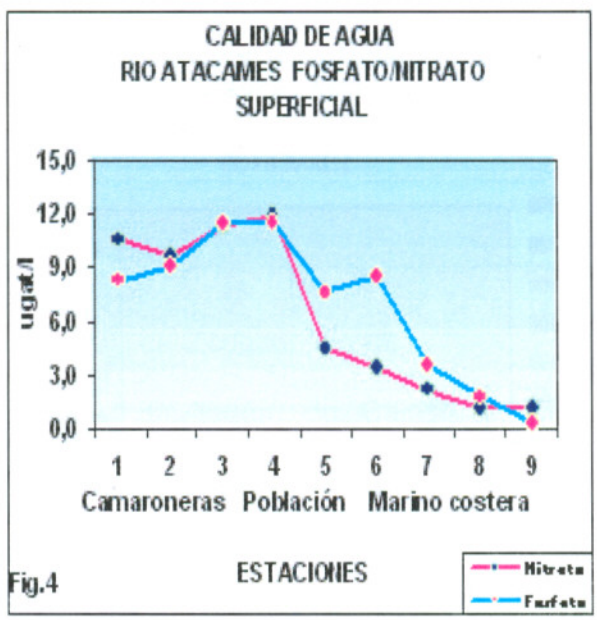


Fig.4

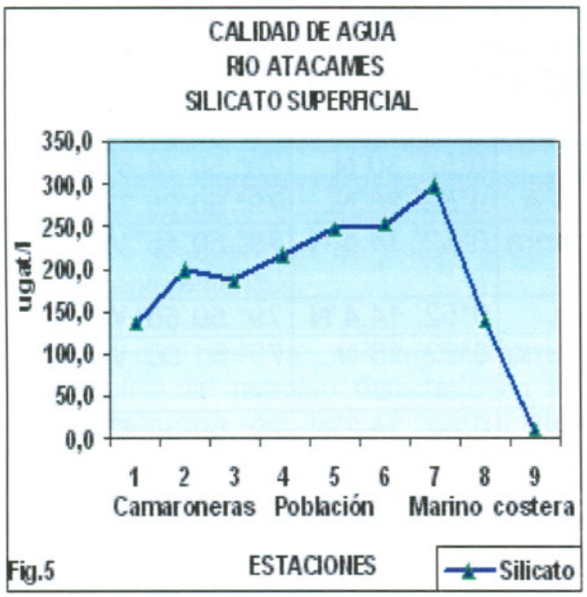


Fig.5

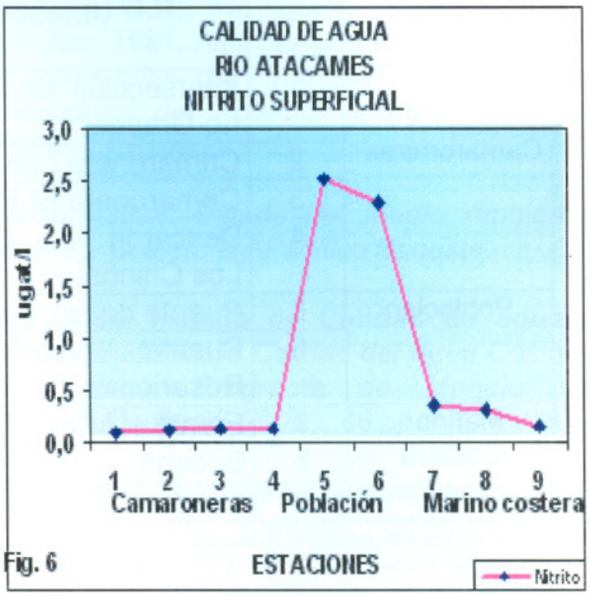


Fig. 6

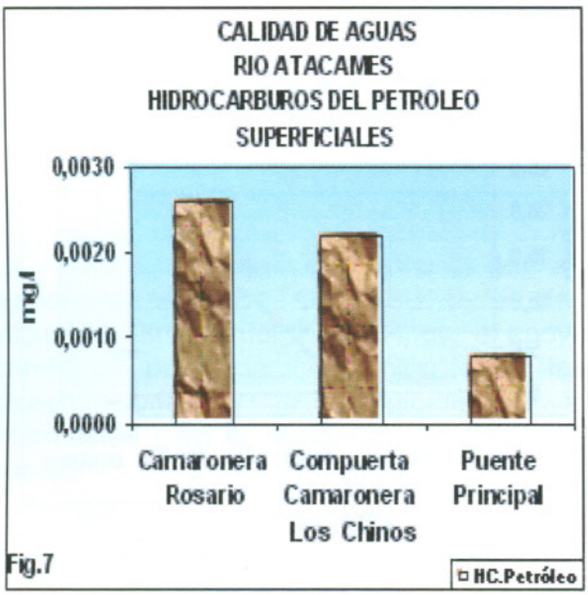


Fig.7

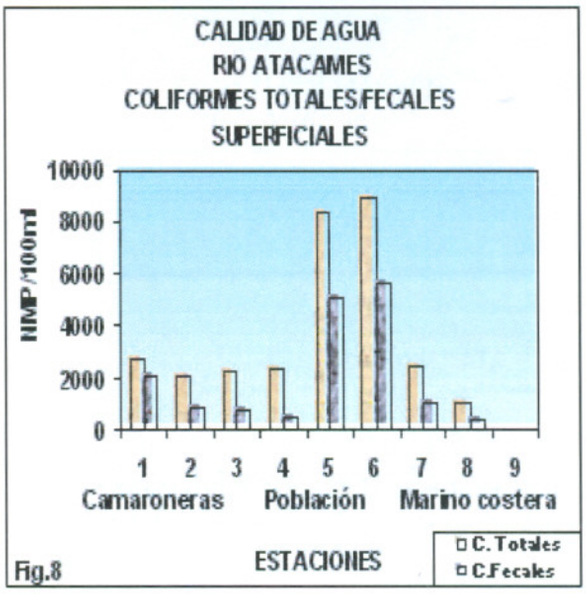


Fig.8

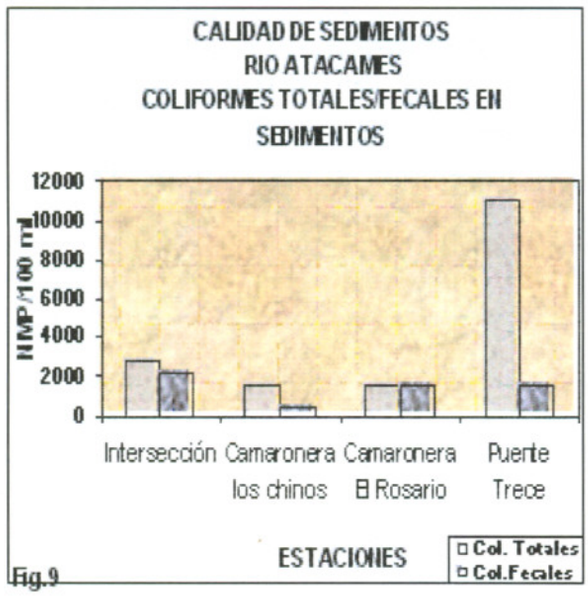


Fig.9

Pesticidas Organoclorados	Intersección	Población	Zona Marino Costera
Unidad	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
4,4´ - DDE	0,00048	0,00022	nd
4,4´ - DDD	0,00586	nd	nd
4,4´ - DDT	nd	0,00003	Nd
Heptacloro	0,00024	nd	nd
Aldrin	0,00036	0,00066	nd
Dieldrin	0,00094	0,00027	nd
Endrin	nd	nd	nd
Lindano	0,00029	nd	nd
Alfa BHC	nd	nd	nd
Delta BHC	0,00161	0,00148	nd
Endosulfan	0,00124	0,00056	nd
Endrín aldehido	nd	nd	nd

Tabla.2. Pesticidas Organoclorados en Sedimentos superficiales

ESTUDIO DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTONICA EN EL ESTUARIO INTERIOR DE ESMERALDAS, ECUADOR DURANTE MAYO DE 2002*

Por:
María Elena Tapia1

ABSTRACT

The present investigation comprehended, three kinds of method: Chlorophyll a, cell count, cualitative analysis. That to contributed with ecology information about of phytoplankton community. These information were carry out in five area that included 31 stations in the internal stuary of the Esmeraldas city during on May of 2002.

In the water example was identify 51 species and 87 species was observed in net of 50 u. In the community of phytoplankton. The diatomms was dominant and the low concentration the dinoflagellates, cianobacters, clorophyta, euglenophyta and tintinnoids.

In count cells was observed the dominant of Mesodinium rubrum and Thalassiosira subtilis in all area. However in examples of net (50u) was registered species typical of estuary environmental Chaetoceros affinis, Skeletonema costatum, Bacteriastrum elongatum, Pseudo-nitzschia paradoxa and reported the high abundance and diversity. These species presented a broad distribution and were dominan tipical of area.

RESUMEN

La presente investigación se obtuvo información relevante mediante los parámetros de clorofila a, contajes celulares y análisis cualitativos (red 50u), que analizados aportaron valiosa información biológica acerca de la comunidad del fitoplancton en diferentes áreas del interior de la ciudad de Esmeraldas.

Se determinó 51 especies en muestras de agua y 87 especies en muestras de red (50u), en la comunidad del fitoplancton. El grupo de las diatomeas prevalecieron dominantes y en menor abundancia los grupos de dinoflagelados, cianobacterias, clorophytas, euglenophytas y tintinnidos.

En contajes celulares Mesodinium rubrum y Thalassiosira subtilis fueron las especies de mayor frecuencia en el área. En muestras obtenidas en red (50u), se registraron especies típicas de ambiente estuarino: Chaetoceros affinis, Skeletonema costatum, Bacteriastrum elongatum, Bacteriastrum sp, Pseudo-nitzschia paradoxa, se reportan dos áreas de alta diversidad y abundancia relativa (Terminal petrolero y río Atacames). La distribución y dominancia de especies presentó una característica particular para el área.

INTRODUCCIÓN

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes y productivos del planeta. El aporte de materia orgánica por las hojas caídas de los manglares es de magnitud considerable; producida su descomposición, se convierte en la principal fuente de materia nutritiva en forma de detritus y materia orgánica disuelta (Odum, 1971).

Clintron, Horna, Paredes, Solís y Bonifaz (1976), realizaron algunas observaciones sobre el desarrollo del manglar de la costa continental del Ecuador y Perú.

Valverde, de Tazán, de Cajas, de Cruz, Massay, Cruz, Salazar, Velasco, Macías y Man-Hing (1983), realizaron estudios de la biomasa del plancton y abundancia de los grupos zooplanctónicos detectados en los esteros interiores del Golfo de Guayaquil en cuyas orillas se encuentran poblaciones de

Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio Base Naval Sur, casilla 5940 Guayaquil- Ecuador. Fax (5934) 485166. E-Mail: metapia@inocar.mil.ec.
* Trabajo presentado en el X Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar COLACMAR San José – Costa Rica, 21- 26 de septiembre de 2003

manglares.

El río Teaone, es un afluente del río Esmeraldas, y desemboca en éste, aproximadamente unos pocos kilómetros arriba del estuario. En sus orillas se encuentra la refinería de petróleo, cuyos desechos, pobremente tratados, son arrojados a sus aguas, alterando marcadamente la ecología, efecto que se observa también en el río Esmeraldas (Arriaga, 1976).

Pérez (1987), observó en el río Teaone la pérdida de manglares, merma de pesca, la presencia de basura y plásticos. Así también el balneario Las Palmas luce deteriorada y sufre los efectos de las descargas urbanas y la contaminación hidrocarburífera. No obstante la importancia de los manglares de Esmeraldas, además se requiere de información biológica adecuada para la utilización racional de sus recursos.

El presente trabajo tiene por finalidad determinar la composición, abundancia y distribución de las especies que se encuentran en los ríos de la ciudad de Esmeraldas.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende 31 estaciones efectuadas durante los días 20 y 21 de mayo de 2002 y localizadas en las siguientes áreas: (Fig.1)

Area 1: Río Teaone
Area 2: Río Esmeraldas
Area 3: Terminal Petrolero
Area 4: Balneario Las Palmas
Area 5: Río Atacames

PMRC (1987), la provincia de Esmeraldas está ubicada en el extremo noroccidental del país, limita al norte con Colombia, al sur con Manabí y Pichincha, al oeste con Imbabura y Carchi. Las costas abiertas miden 234 kilómetros equivalentes al 18,6% del total continental correspondiente. El sistema del Esmeraldas es, después del río Guayas, el segundo gran sistema hidrográfico de la costa ecuatoriana. Cerca de Tachina, en la margen derecha del río Esmeraldas, predominan los depósitos fluviales finos en terrazas altas erosionables.

PMRC (1993), el área de Atacames comprende parte de los cantones Esmeraldas y Muisne, provincia de Esmeraldas. Comienza en Puerto Gaviota, al este de la desembocadura del río Atacames, y finaliza en la cuenca del río Muisne, al sur. Esta cuenca de unos 300 km^2, es drenada por los ríos Taseche y Salima que forman el río Atacames, en cuya desembocadura está la población de Atacames. En la zona de confluencia de los tres ríos existían 578 hectáreas de manglares en 1969 que fueron reducidas a 52 ha en 1987 por la construcción de piscinas camaroneras. El estrecho valle desarrollado por el sistema de este río tiene suelos de alta calidad. La cuenca, junto a la del río Súa, es el área más seca de la zona. Las áreas de los dos afluentes del Atacames comprenden pastizales mezclados con cultivos de maíz, yuca y otros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de establecer la biomasa fitoplanctónica se colectó muestras de agua superficial y de fondo cuya profundidad varió entre 2 a 12 m, para los análisis del volumen obtenido fue de 1000 ml para efectuar los análisis de Clorofila *a* y 250 ml para contaje celular.

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 u, donde se vertió 1000 ml de muestra. Finalmente se adicionó 2 ml de carbonato de magnesio para que los pigmentos de la clorofila se adhieran 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 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 u. Los arrastres se realizaron durante 5 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 de fitoplancton se tomó 2 alicuotas 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/m^3.

Para la identificación de especies fitoplanctónicas, se utilizaron los trabajos sobre el Golfo de Guayaquil realizados por Cupp (1943), Jiménez (1975; 1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983) , Moreno (1996), Tomas (1998).

RESULTADOS

CLOROFILA a:

AREA 1 " RÍO TEAONE "
En la estación 1, se registró una baja concentración de clorofila 0.02 mg/m^3 a nivel superficial (Fig. 2)

AREA 2 " RÍO ESMERALDAS "
Se encontró la mayor concentración en la estación 7 con valor de 0.03-0.14 mg/m^3 a nivel superficial y subsuperficial. El menor valor clorofílico se encontró en la estación 9 con valor de 0.04 mg/m^3 en ambos niveles de profundidad (Fig. 3)

AREA 3 " TERMINAL PETROLERO "
Se encontró la mayor concentración en la estación 14 con valor de 0.24-0.09 mg/m^3 en superficie y fondo. Los menores valores se registraron en las estaciones 13 –16 (0.02-0.05), respectivamente (Fig. 4)

AREA 4 "BALNEARIO LAS PALMAS "
En la estación 22, se registró una baja concentración de clorofila (0.11 mg/m^3) a nivel superficial (Fig. 5)

AREA 5 "RIO ATACAMES"
En las estaciones 24-27 localizadas en la Camaronera Los Chinos y en el Puente de la Calle 13 ava se observaron dos incrementos significativos a nivel superficial de (0.28-0.51 mg/m^3), destacándose en estas áreas mencionadas una aceptable productividad. Mientras que la baja concentración clorofílica se registró en la estación 7 con un valor de 0.14 mg/m^3 (Fig.6)

CONTAJES CELULARES:

La mayor biomasa celular se reportaron en el área 3 y 4 correspondiente al Terminal Petrolero y Balneario Las Palmas con valores de (874.150- 822.314 cel/l) en el estrato superficial.

A nivel subsuperficial se registró el más alto repunte celular, localizado también en el Terminal Petrolero (E.15) con valores de 1'041.440 cel/l registrando las especies representativas: *Thalassiosira subtilis, Thalassiotrix frauenfeldii, Pseudo-nitzschia delicatissima, Chaetoceros laevis, Mesodinium rubrum* (Fig.7)

FITOPLANCTON (red 50u):

AREA 1 " RÍO TEAONE "
Se identificaron 21 especies representadas en: 10 diatomeas, 3 dinoflagelados, 3 cianobacterias, 5 clorophytas, considerándose a esta área la más baja en diversidad y abundancia relativa dentro de todo el área de estudio, con un total de 134 cel/m^3. Las especies representativas fueron: *Pseudo-nitzschia paradoxa* (40%), *Filamentos* (30%) *Oscillatoria sp.* (15%), *Pseudo-nitzschia sp.* (10%), *Coscinodiscus perforatus* (5%), Fig.8

AREA 2 " RÍO ESMERALDAS"
Fueron registradas 51 especies distribuidas en: 32 diatomeas,4 dinoflagelados, 3 cianobacterias, 7 clorophytas, 2 euglenophytas,2 tintinnidos, observándose un total de 1.003 cel/m^3. Los géneros predominantes fueron: *Pseudo-nitzschia paradoxa* (45%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (20%), *Coscinodiscus excentricus* (10%), *Skeletonema costatum* (5%), *Pseudonitzschia sp.* (2%),Fig. 9

AREA 3" TERMINAL PETROLERO"
Se identificaron 90 especies representadas en: 57 diatomeas,22 dinoflagelados, 1 silicoflagelado, 2 cianobacterias, 2 clorophytas,6 tintinnidos, considerándose a esta área como la más alta en diversidad y abundancia relativa, con un total de 56.893 cel/m^3. Las especies predominantes fueron: *Chaetoceros affinis* (50%), *Bacteriastrum elongatum* (30%), *C. coarctatus* (10%), *Skeletonema costatum* (7%), *C. laevis* (3%) Fig.10

AREA 4 "BALNEARIO LAS PALMAS"
Fueron observadas 37 especies distribuidas en 30 diatomeas, 2 dinoflagelados, 3 clorophytas , 2 tintinnidos, con un total de 7.536 cel/m^3. La composición de las especies fueron: *Chaetoceros affinis* (77%), *C. laevis* (7%), *Skeletonema costatum* (4%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (2%), *Bacteriastrum elongatum* (1%) Fig.11

AREA 5 " RÍO ATACAMES "
Se identificaron 88 especies representadas en: 72 diatomeas, 4 dinoflagelados, 4 cianobacterias, 2 clorophytas, 2 euglenophytas, 4 tintinnidos, considerándose la segunda área productiva en diversidad y abundancia relativa con un promedio de 5.201 cel/m^3. Las especies representativas fueron: *Skeletonema costatum* (60%), *Bacteriastrum sp.* (20%), *Biddulphia aurita* (10%), *Eutintinnus similis* (7%), *Tintinnopsis sp.* (3%), Fig. 12

DISCUSIONES

Luzuriaga (1993), en el estudio de ictioplancton desarrollado al norte de Esmeraldas señala que la mayor cantidad de huevos de peces se presenta en el mes de agosto siendo la familia ENGRAULIDAE la dominante. Esta información coincide en la composición de las principales familias reportadas en el presente estudio, estableciéndose actualmente que la mayor abundancia de huevos de peces se encontró en el estado de reflujo.

En el presente estudio las diatomeas representaron el grupo predominante dentro del fitoplancton, las especies predominantes fueron *Chaetoceros affinis, Pseudo-nitzschia paradoxa, Thalassiotrix frauenfeldii y Skeletonema costatum* cualitativamente hacía el Terminal Petrolero y Río Atacames. Los dinoflagelados, cianobacterias, clorophytas, euglenophytas y tintinnidos fueron escasos.

Naranjo y Tapia (2001), efectuaron estudios del plancton en el estuario de San Lorenzo donde se identificaron 63 especies en muestras de agua y 77 especies en muestras de red (50u), en la comunidad del fitoplancton. En el zooplancton se estableció una considerable diversidad de grupos representados por 17 taxas zooplanctónicas en cada estado de marea, en términos generales los grupos frecuentes y dominantes en las dos fases de marea fueron los Copépodos, Quetognatos y en fase de reflujo se observó la dominancia de Larvas de decápodos especialmente de Zoeas de brachiuros, Mysidáceos y así como la presencia de huevos de peces y en el estado de flujo se destaca la abundancia de larvas de peces.

Jiménez (1998), menciona a *Skeletonema costatum* como una especie cosmopolita en la parte interna del Golfo de Guayaquil. Esta especie juega un rol muy importante en la

cadena trófica de los estuarios, principalmente en la alimentación de peces y crustáceos.

Mientras que en biomasa celular las especies dominantes fueron: *Mesodinium rubrum, Thalassiosira subtilis, Thalassiotrix frauenfeldii, Pseudo-nitzschia delicatissima y Chaetoceros laevis* en el área correspondiente al Terminal Petrolero y al Balneario Las Palmas.

CONCLUSIONES

Se establece durante el presente estudio dos áreas de mayor productividad fitoplanctónica: La primera corresponde al Terminal Petrolero de Esmeraldas y la segunda que corresponde al Río Atacames determinándose como las áreas de alta productividad.

Las mayores biomasas celulares se registraron en el Terminal Petrolero y en el Balneario Las Palmas.

La mayor riqueza específica y abundancia relativa de especies se 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.*

En el Río Teaone se encuentra la más baja diversidad y variabilidad de especies dentro de las 5 áreas estudiadas.

AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por la ayuda brindada para efectuar la presente investigación. Al Biól. Christian Naranjo, a la Dra. Elena Gualancañay por la revisión y sugerencias del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, Solís, M., 1959. *Los Manglares del Ecuador. Instituto Ecuatoriano CC.NN. Contribución No. 29. Quito - Ecuador: 5-8.*

Arriaga L., 1976. *Contaminación en el Océano Pacífico Sur-Oriental (Ecuador-Perú-Chile). Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. 5,3 -62.*

Cintron, G.R., Horna R., I. Solís y C. Bonifaz, 1976. *Algunas observaciones sobre el desarrollo del manglar en la costa continental del Ecuador y Perú. ESPOL. Guayaquil-Ecuador.1-22.*

Cupp E., 1943. *Marine plankton diatoms of west coast. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds H.Sverdrup, R. Fleming, L. Miller,5(1):-1-238.*

Jiménez, R., 1975. *Composición y variación del fitoplancton marino del Golfo de Guayaquil y áreas adyacentes. Tesis doctoral, Universidad de Guayaquil, Ecuador.*

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

Jiménez R., 1998. *Plan de monitoreo ambiental del Campo Amistad en el Golfo de Guayaquil: Aspectos ecológicos del Ecosistema marino de Prospección sísmica del Campo Amistad, en el Golfo de Guayaquil. Informe preliminar.*

Luzuriaga, M., 1993. *Distribución y abundancia del zooplancton en los manglares de la región norte de la Provincia de Esmeraldas - Ecuador. Revista de Ciencias del Mar y Limnología (INP), Ecuador, 3(1):59-89.*

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

Naranjo y Tapia, M., 2002. *Composición, distribución y abundancia del plancton en el estuario de San Lorenzo. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, Volumen 11, 1(1): 113-128.*

Odum, W., 1971. *Patways of energy in a south Florida. Sea Grant Technical Bulletin. Number 7. University of Miami, Coral Gables, Florida: 162.*

Pérez E., 1987. *Prevención y Control de la Contaminación de las aguas costeras y estuarinas del Ecuador.*

PMRC., 1987. *Ecuador perfil de sus recursos costeros. Proyecto de Manejo de Recursos Costeros, Ecuador, (1):1-258.*

PMRC., 1993. *Plan de manejo de la ZEM Bahía- San Vicente- Canoa. Proyecto de Manejo de Recursos Costeros, Ecuador, (1):1-95.*

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 methology, 1, UNESCO, pp.8-9.*

Tomas C., 1998. *Identifying marine Phytoplankton. Academic Press, Florida: 1-858.*

Valverde, F.; G. Rodríguez de Tazán, L.C. de Cajas, M.Luzuriaga de Cruz, S. Massay, M. Cruz, L. Muñiz, V. Salazar, M. Velasco, R. Macías, F. Man-Ging, 1983. *Manglares del Golfo de Guayaquil. Inf. CONACYT. I parte Fac.CC.NN., Universidad de Guayaquil. 1-121.*

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

DIVISION: CRYSOPHYTA
CLASE: DIATOMOPHYCEAE
Actinoptychus senarius Ralf, 1861
Actinoptychus splendes Ralf, 1861
Bacteriastrum delicatulum Shadbolt, 1861
Bacteriastrum elegans Ralfs, 1861
Biddulphia alternans Van Heurck, 1880
Biddulphia aurita Brebisson y Godey, 1838
Bacteriastrum elongatum Ralfs, 1861
Bacteriastrum hyalinum Ralfs, 1861
Biddulphia dubia Cleve, 1883
Biddulphia aurita Frenguelli, 1930
Biddulphia mobiliensis Cupp, 1943
Biddulphia sinensis Ostenfeld, 1908
Coscinodiscus excentricus Cupp, 1943
Coscinodiscus perforatus Cupp, 1943
Coscinodiscus radiatus Cupp, 1943
Coscinodiscus sp. Cupp, 1943
Chaetoceros affinis Lauder, 1864
Chaetoceros curvisetus Cupp, 1943
Chaetoceros decipiens Cupp, 1943
Chaetoceros laevis Cupp,1943
Chaetoceros peruvianus Brightwell, 1856
Chaetoceros radicans Hendey, 1964
Chaetoceros vistulae Cupp, 1943
CILIADO
Mesodinium rubrum Kofoid, 1908
SILICOFLAGELADOS
Dictyocha fibula Avaria, 1965
CLOROPHYTA
Mougeotia jogensis Meyen, 1829
Ulotrix aequalis Kutzing, 1849
CIANOBACTERIAS
Anabaena sp. Vincent, 1822
Oscillatoria cortiana Menenghini, 1837
Oscillatoria nigro-viridis Menenghini, 1837
Oscillatoria sp. Agardh, 1813
EUGLENOPHYTA
Euglena acus Dangeard, 1902
Euglena sp. Bourelly, 1952
TINTINNIDOS
Euntintinnus similis Balech, 1962
Leprotintinnus simplex Schmidt, 1901
Tintinnopsis sp. Kofoid y Cambell, 1929

TABLA 1. Lista de especies reportadas en el estudio de la comunidad fitoplanctónica en el estuario interior de Esmeraldas, durante mayo de 2002, Ecuador, expresado en (cel/m^3).

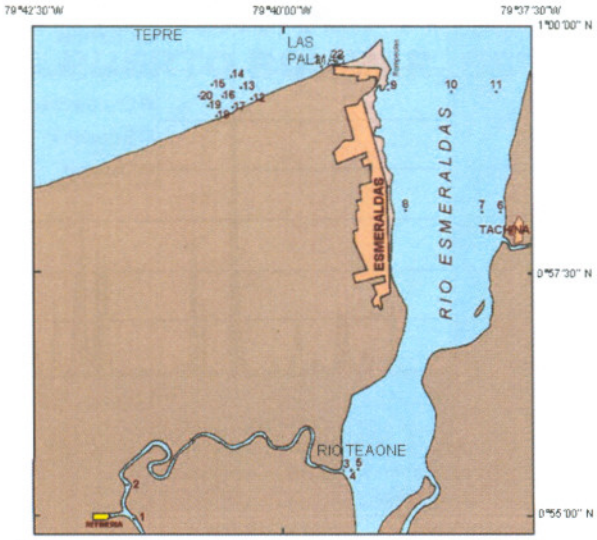


Figura1.- Area de Estudio de la ciudad de Esmeraldas durante Mayo de 2002

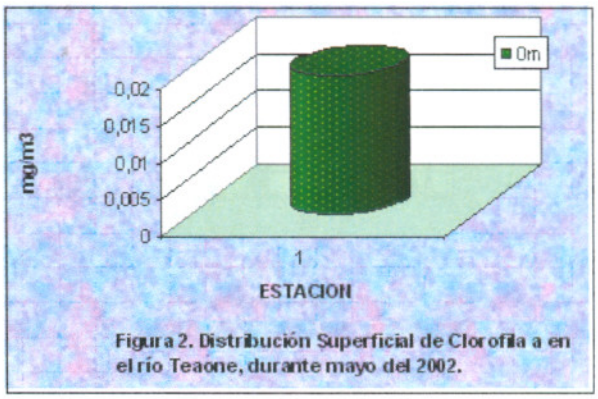


Figura 2. Distribución Superficial de Clorofila a en el río Teaone, durante mayo del 2002.

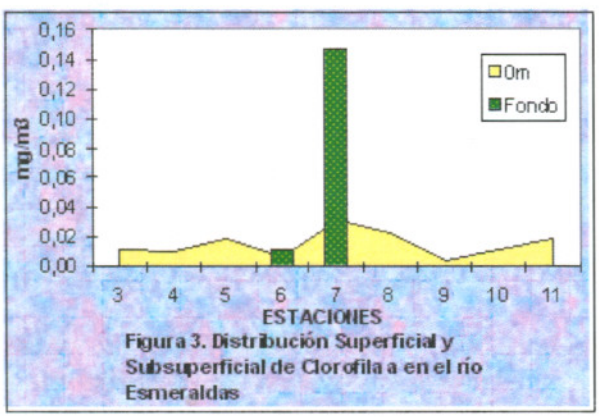


Figura 3. Distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila a en el río Esmeraldas

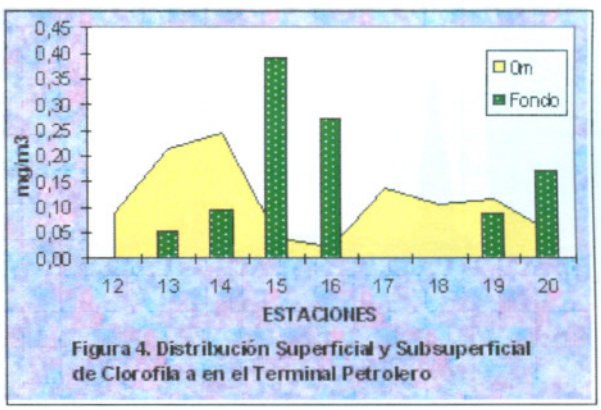


Figura 4. Distribución Superficial y Subsuperficial de Clorofila a en el Terminal Petrolero

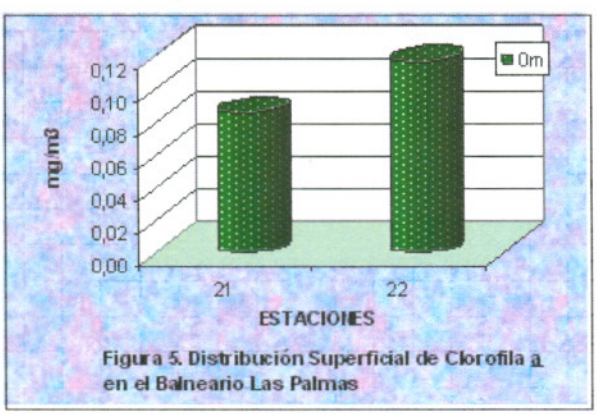


Figura 5. Distribución Superficial de Clorofila a en el Balneario Las Palmas

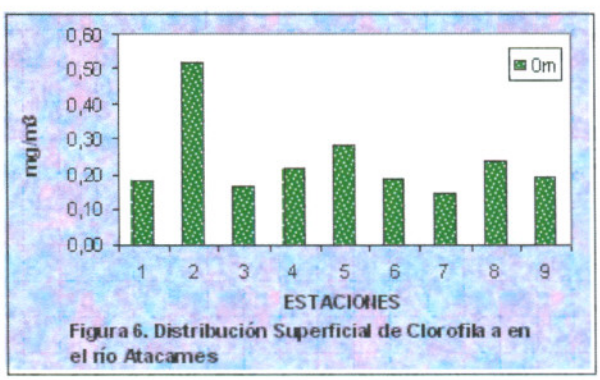


Figura 6. Distribución Superficial de Clorofila a en el río Atacames

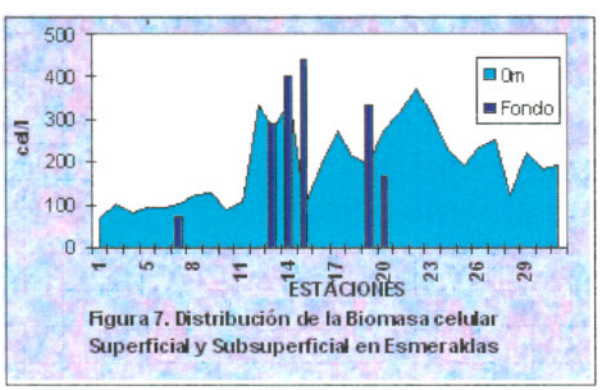


Figura 7. Distribución de la Biomasa celular Superficial y Subsuperficial en Esmeraldas

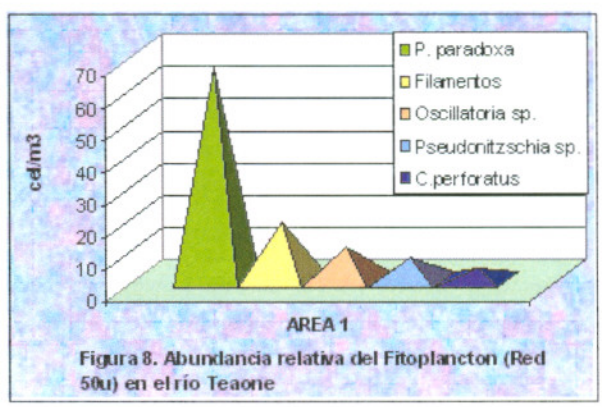


Figura 8. Abundancia relativa del Fitoplancton (Red 50u) en el río Teaone

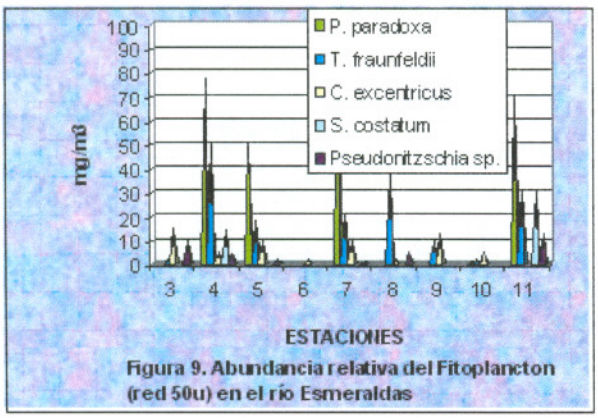


Figura 9. Abundancia relativa del Fitoplancton (red 50u) en el río Esmeraldas

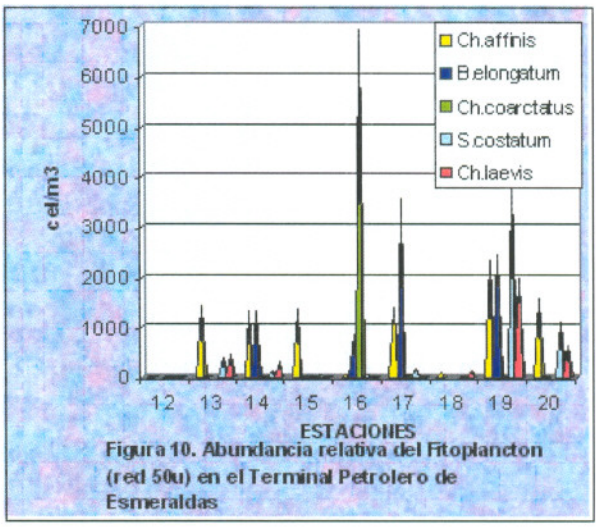


Figura 10. Abundancia relativa del Fitoplancton (red 50u) en el Terminal Petrolero de Esmeraldas

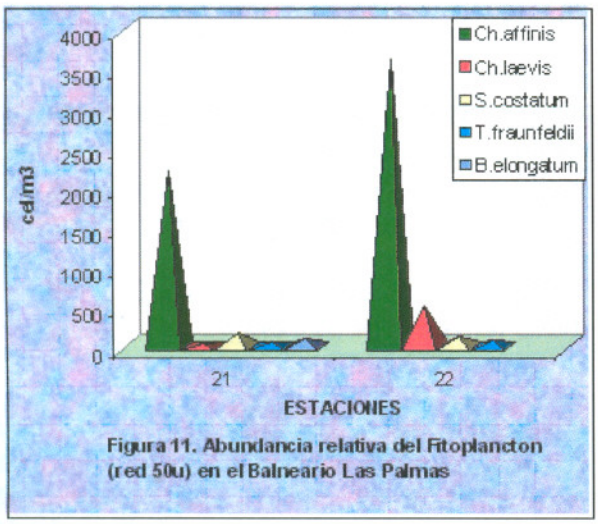


Figura 11. Abundancia relativa del Fitoplancton (red 50u) en el Balneario Las Palmas

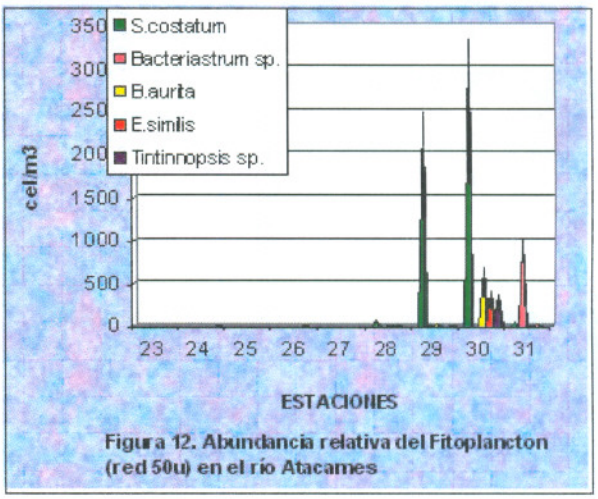


Figura 12. Abundancia relativa del Fitoplancton (red 50u) en el río Atacames

DIVERSIDAD DEL PLANCTON EN EL ESTUARIO INTERIOR DE PUERTO BOLIVAR, ECUADOR DURANTE JULIO DE 2002*

Por:
María Elena Tapia (1)
Christian Naranjo P. (1)

ABSTRACT

During the study was colected samples water on superficial at 27 stations, it was distribiuted in the Port Bolívar stuary with maing goal it to knoow primary productivity. The samples of plankton was colected in two phases: flux and reflux during the days 3 to 18 of july-2002.

The diversity phytoplankton was identified to method Uthermohl 88 species in the lawyer superficial and 96 species were determinated in samples net of 50 u, In the phytoplankton comunity the diatoms were dominant and lower concentration the dinoflagellates, silicoflagellates, cyanobacter and cocolithophorides.

In cell count the species the most dominant at the area were Skeletonema costatum and Pseudo-nitzschia delicatissima, in the net (50u)samples were registered the stuarine and bentic species: Skeletonema costatum, Cyclotella menenghiniana. It was destacated that the most phytoplankton diversity found in the areas river Jubones and the Santa Rosa stuary during the phase flux.

The zooplamkton community was registered hight diversity of groups zooplanktonic with a total of 32 and 28 taxa during flux and reflux respectivetly, and terms of diversity max was registered a 2.19 bits found in the estero Jambelí.

The high biomas of zooplankton it was observed during reflux in the sation 14 and the lower biomas. It was found during flux in the station 5 locslited in the estero Santa Rosa.

The ictioplankton was registered low abundance of eggs and larvals of fishes in the study area, and determinated. The number max of diversity were 0.8 bits observed in the area Punta Jambelí and determinated in the group of eggs of fish the following familys: Clupeidae, Sciaenidae, Engraulidae and the larval of fishes the dominant family was Engraulidae.

RESUMEN

En el presente estudio se colectó muestras de agua superficiales en 27 estaciones distribuidas en el estuario de Puerto Bolívar para determinar la productividad primaria, las muestras de plancton fueron colectadas en las 2 fases de marea durante los días 3 a 18 de julio de 2002.

Con relación a la diversidad fitoplanctónica se identificó por el método Uthermohl 88 especies en la capa de agua superficial y 96 especies fueron determinadas en las muestras de red de 50u. En la comunidad fitoplanctónica, las diatomeas prevalecieron dominantes y en menor concentración los grupos dinoflagelados, silicoflagelados, cianobacterias, cocolitóforidos.

En contajes celulares las especies de mayor dominancia en el área en estudio fueron Skeletonema costatum y Pseudonitzschia delicatissima. En muestras de red (50u), se registró las especies estuarinas y bénticas: Skeletonema costatum, Cyclotella menenghiniana. Se resalta que la mayor diversidad fitopanctónica se encontró en el área del río Jubones y en el estero Santa Rosa durante la fase de flujo.

En la comunidad del zooplancton se registró una alta diversidad de grupos reportándose un total de 32 y 28 taxa zooplanctónica durante flujo y reflujo respectivamente, que en términos de diversidad máxima se registró un de valor 2. 19 bits encontrado en el área del estero de Jambelí

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) - Base Naval Sur - Guayaquil-Ecuador
metapie@inocar.mil.ec - cnaranjo@inocar.mil.ec
*Trabajo presentado en las XXVIII Jornadas Ecuatorianas de Biología, Guayaquil-Ecuador

Se resalta que la máxima biomasa del zooplancton se observó durante reflujo en la estación 14 y la menor biomasa se encontró durante flujo en la estación 5 ubicados en el estero Santa Rosa.

Con relación al ictioplancton se encontró una escasa presencia de Huevos y Larvas de peces en toda en área de estudio, determinándose el máximo valor de diversidad de 0.8 bits observado en el área de Punta Jambelí, reportándose en el grupo de huevos de peces las familias Clupeidae, Sciaenidae, Engraulidae y en Larvas de peces la dominancia de la familia Engraulidae.

INTRODUCCIÓN

Las especies presentes en las aguas estuarinas y de mar abierto de la Provincia de El Oro son básicamente los mismos que han sido señalados para el Golfo de Guayaquil y el estuario del río Guayas. En el archipiélago de Jambelí se desarrolla la recolección de conchas, almejas, ostiones, mejillones y cangrejos fundamentalmente (PMRC,1987)

El río Jubones tiene su nacimiento en la región Interandina, este río está sujeto a constantes desbordes en la estación lluviosa. En sus cercanías se encuentra la población de Machala, con 68.379 habitantes, que envían sus aguas residuales al mar mediante un canal (Solórzano,1981).

La zona costera de El Oro es parte natural del Golfo de Guayaquil y los vínculos económicos del área tiende a diversificarse en tres direcciones: Guayaquil, Norte del Perú y la zona sur del país. Esta diversificación productiva y sus usos dominantes hasta hoy en día en la zona costera son: la agricultura, acuicultura y turismo, (Ochoa. E., S. Olsen & L. Arriaga, 2000).

En general, estos esteros y canales constituyen un hábitat propicio para el desarrollo de varias especies de peces y moluscos tradicionalmente explotados, a más de su importancia ecológica representa un potencial para el turismo y actividades recreativas.

Los estuarios mediante su actuación en el transporte, producción de alimento, disposición de desperdicios y varias empresas recreacionales, son importantes para el bienestar humano (Stevenson, 1981).

Los objetivos del presente estudio son:

- Establecer el estado actual del plancton en el estero Santa Rosa, estero Jambelí y río Jubones durante las fases de flujo y reflujo.

- Determinar la productividad, dominancia y diversidad del plancton presentes en el área de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO

El estero Santa Rosa separa la parte continental (Machala - Puerto Bolívar) de la isla Jambelí, perteneciente al Archipiélago del mismo nombre. El estero es navegable por embarcaciones de alto calado que transportan banano desde Puerto Bolívar, principalmente. Desde aquí operan también embarcaciones menores dedicadas a la pesca y al transporte de turistas, el área está bordeada por los esteros Pilo y Huaylá al sur; y los esteros Macho y Salinas, al norte. La isla Jambelí está ubicada entre el Estero Santa Rosa y la boca del Canal de Jambelí, en el Golfo de Guayaquil. Frente a Puerto Bolívar se extiende el Archipiélago de Jambelí, que constituye un ambiente rico en especies acuáticas, que sostiene una numerosa flota pesquera artesanal (PMRC, 1993).

(PMRC 1987), destaca que el uso y las actividades sustentadas sobre los recursos costeros de la provincia de El Oro son el cultivo de camarón, pesca, actividades portuarias, expansión urbana. Los esteros son la base para la navegación interior en el Archipiélago de Jambelí y el estero Santa Rosa se asienta la estructura del Puerto Marítimo de Puerto Bolívar.

(Massay, 1998), señala que en el estero Huaylá recibe las aguas servidas de Puerto Bolívar, de los laboratorios de larvas de camarón, camaroneras de la zona y desechos sólidos de los habitantes de la zona.

El área de estudio está dividida en 3 áreas, (Fig. 1 A-B)

- Estero Santa Rosa
- Estero Jambelí
- Desembocadura del Río Jubones.

Boothroyd J., H Ayon, D. Robaduc, J. Vásconez & R. Noboa (1994), en el estudio de las características de la línea costera del Ecuador y sus recomendaciones para el manejo destacan sitios relevantes en la Provincia de El Oro, resaltando lo siguiente:

El estero Santa Rosa es una gran bahía estuarina con profundidades de hasta 12m, que divide una planicie deltica de mayor edad (Sur de Puerto Bolívar), al este y la planicie deltica más joven de las Islas Pongal y Jambelí en el oeste.

Existe una activa sedimentación en la margen este del estero Santa Rosa, bancos intermareales de arena que se extienden entre los esteros Guayabal y camarón que alteran el patrón de circulación y marea.

La isla Jambelí es una gran isla de barrera y llano de manglares en el complejo del estero Santa Rosa. La costa oeste se encuentra expuesta al viento y olas del océano; al este es drenada por el estero Jambelí y el estero Quiriquinchal y largos canales de marea que drenan en el estero Santa Rosa.

La isla Jambelí recibe sedimentos tanto del sur como del río Jubones y del estuario del Guayas desde el norte.

El río Jubones es un gran déltico que acreciona en forma de abanico y desemboca en el canal de Jambelí. Existen bancos intermareales de arena de los tributarios delticos que se extiende de 2 a 3 Km. paralelo a la costa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de establecer la biomasa fitoplanctónica se colectó muestras de agua superficial y de fondo cuya profundidad varió entre 2 a 12 m, para los análisis del volumen obtenido fue de 1000 ml para efectuar los análisis de Clorofila *a* y 250 ml para contaje celular.

Las muestras para clorofila *a* fueron filtradas con la ayuda de una bomba al vacío. Adicionalmente se utilizó un set de filtración se colocaron filtros de fibra de vidrio Whatman de 0.40 u, donde se vertió 1000 ml de muestra. Finalmente se adicionó 2 ml de carbonato de magnesio para que los pigmentos de la clorofila se adhieran 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 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 0.30 m y una apertura de malla de 50 u. Los arrastres se realizaron durante 5 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 de fitoplancton se tomó 2 alicuotas 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/m^3.

Para la identificación de especies fitoplanctónicas, se utilizaron los trabajos sobre el Golfo de Guayaquil realizados por Cupp (1943), Jiménez (1976; 1983), Moreno, et al. (1996); Pesantes (1983), Zambrano (1983).

ZOOPLANCTON E ICTIOPLANCTON

Para el estudio de las comunidades del zooplancton se efectuaron un total de 24 arrastres superficiales realizados cada uno durante cinco minutos a una velocidad aproximada de dos nudos, durante las dos fases de marea, para ello se utilizaron redes cónicas simples (WP-2) con un diámetro de 0.30 m y con una apertura de malla de 335u y 600u 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 cuando fue necesario. Luego se procedió a efectuar el análisis cualitativo y cuantitativo de las muestras para determinar la composición y abundancia de la comunidad del zooplancton.

Posteriormente se procedió a separar los huevos y larvas de peces para determinar la dominancia de las principales familias de ictioplancton. Finalmente los resultados obtenidos fueron estandarizados en individuos/100m^3 para zooplancton y org/10 (m^2) para ictioplancton, de acuerdo a las normas detalladas en el manual de técnicas modelo para prospección de huevos y larvas de peces pelágicos, Smith & Richardson (1979).

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 zooplánctereres 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.); Bonilla (1983); Gasca & Suárez (1996) y De Boyd, S (1977).

Para la identificación taxonómica del Ictioplancton se utilizó claves de Balbotin & Garreton (1977); Beltran-Leon B. & R. Rios-Herrera (2000); Alhstrom & Moser (1980); Ramírez, Matus & Martínez. (1986); Chirichigno (1974); Matarese A., et al. (1989)

Los grupos se clasificaron de acuerdo a la siguiente escala propuesta por Bodenheimer (1955), referido en Mujica y Ascencio (1985) descrito en la (Tabla.2)

Para la identificación taxonómica y clasificación del zooplancton se utilizó la siguiente bibliografía Tregouboff, G. & M. Rose (1957); De Boyd (1977). Para la identificación taxonómica del Ictioplancton se utilizó claves de Balbotin, N. F y M. Garreton (1977); Alhstrom y Moser (1980) y Chirichigno, N (1974).

Para determinar la diversidad planctónica en las diferentes áreas en estudio se empleó el Indice de diversidad de (Shannon & Weaver 1949). En este índice se asume comunidades infinitas o muy grandes, cuyas probabilidades

de extracción o encuentro permanecen constantes a lo largo del muestreo.

La expresión matemática que refleja una relación entre el número de especies y la proporción de sus individuos sirve para definir un Indice de Diversidad (ID), (Ramírez A. 1999).

La fórmula empleada para calcular él ID de Shannon & Weiner es el siguiente:

- Sumatoria Pi ln [Pi]

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL: RESULTADOS

CLOROFILA a : FLUJO Y REFLUJO

Estero Santa Rosa: En la fase de Flujo las estaciones 8 - 11, se registraron altas concentraciones de clorofila (2.59 – 3.74 mg/m^3) en el ámbito superficial y subsuperficial. Los menores valores clorofílicos se encontraron en la estación 5 con valor de 1.84 mg/m^3 en superficie (Fig. 2).

En Reflujo las estaciones 2 - 11 registraron concentraciones de 2.35-3.64 mg/m^3, mientras que los menores valores estuvieron en la estación 5 (1.16-1.36 mg/m^3) Fig. 3

En el Perfil este en Flujo y Reflujo las mayores concentraciones se encontraron en la estación 1 con rangos de 3.07-3.24 mg/m^3; mientras que las menores estuvieron en la estación 13 (1.86mg/m^3) en Reflujo en el estrato superficial (Fig.4)

En el Perfil oeste en Flujo las mayores concentraciones se registraron en las estaciones 9-15 con valores de 3.13-3.86 mg/m^3 respectivamente en superficie y fondo, las menores concentraciones estuvieron en la estación 16 con 1.32 mg/m^3 (Fig. 5). En Reflujo los mayores valores se encontraron en la estación 3 con 3.90 mg/m^3 en superficie; mientras que los menores valores estuvieron en la estación 4 con 1.51 mg/m^3 (Fig. 6).

Estero Jambelí: A nivel superficial en la estación 10 (Reflujo), se registró una concentración de 3.50 mg/m^3 y la menor concentración se encontró en la estación 10 A (Flujo) con 1.65 mg/m^3 (Fig. 7).

Desembocadura del Río Jubones: En la estación 18 en Flujo se encontró un repunte clorofílico con 4.01 mg/m^3, a escala superficial. En Reflujo se encontró un segundo repunte con 4.29 mg/m^3. Las menores concentraciones (1.99- 2.57 mg/m^3) se registraron en las estaciones 20-23 durante la fase de Flujo (Fig. 8).

CONTAJES CELULARES: FLUJO Y REFLUJO

Estero Santa Rosa: En la estación 5 durante Flujo se observaron las máximas concentraciones celulares con valores de 11.318 cel/l, en Reflujo se registró en la estación 11 con 9.195 cel/l a nivel superficial. Registrándose un total de 83 especies en Flujo y 87 especies en Reflujo. La composición de las especies fueron: *Skeletonema costatum, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros curvisetus, Rhizosolenia stolterfothii, Pseudo-nitzschia delicatissima.* La menor concentración se localizó en las estación 8 en Reflujo con 317 cel/l (Fig.9).

A nivel subsuperficial en la fase de Flujo, la estación 11 registró una alta concentración celular de 9.541 cel/l, en Reflujo la mayor biomasa celular estuvo en la estación 2 con 8.539 cel/l. Encontrándose un total de 71 especies en Flujo y 82 especies en Reflujo. Las especies predominantes fueron: *Skeletonema costatum, Pseudo-nitzschia delicatissima, P.seriata, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros curvisetus.* La menor biomasa se observó en las estación 14 en Flujo y Reflujo con 1.682-814 cel/l (Fig.10).

En el perfil este en el ámbito superficial en Flujo y Reflujo, la estación 6 registró una biomasa de 5.718-10.363 cel/l y un total de 57 especies en Flujo y 66 especies en Reflujo. Los géneros predominantes fueron: *Skeletonema costatum, Pseudo-nitzschia delicatissima, P.seriata, Leptocylindrus danicus, Mesodinium rubrum.* La menor biomasa se observó en la estación 13 en Flujo con 3.621 cel/l (Fig.11).

En el perfil oeste en Flujo y Reflujo, las estaciones 3-9 registraron altas biomasas con rangos de 8.751-11.002 cel/l con 68 especies en ambas fases, siendo las especies predominantes: *Skeletonema costatum, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros curvisetus, Pseudo-nitzschia delicatissima, Prorocentrum aporum.* La baja concentración se encontró en la estación 16 (Flujo) con 353 cel/l a nivel superficial (Fig.12). En el estrato subsuperficial en Flujo y Reflujo la mayor biomasa se localizó en la estación 16 con 2.979 cel/l y un total de 62 especies en Flujo y 36 especies en Reflujo. La composición de las especies fueron: Pseudo-nitzschia seriata, Skeletonema costatum, Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia stolterfothii, Thalassiotrix frauenfeldii (Fig.13).

Estero Jambelí: En Flujo la estación 10 registró una alta biomasa de 13.339 cel/l; mientras que en Reflujo la estación 10 A también fue abundante con 8.634 cel/l, obteniendo 58 especies en Flujo y 44 especies en Reflujo. Los géneros predominantes fueron: *Skeletonema costatum, Pseudo-nitzschia delicatissima, P.seriata, Leptocylindrus danicus, Mesodinium rubrum, Thalassiosira subtilis.* La menor concentración estuvo en la estación 10B (Flujo), con 1.280 cel/l a nivel superficial (Fig.14).

Desembocadura del río Jubones: En la estación 25 en Flujo, se observó el más alto máximo celular de toda el área de estudio con valores de 14.451 cel/l.

En Reflujo fue la estación 24 con 256.771 cel/l a nivel superficial. Registrándose un total de 88 especies en Flujo y 83 especies en Reflujo. La composición de las especies fueron: *Skeletonema costatum, Chaetoceros curvisetus, Pseudo-nitzschia seriata, P. delicatissima, P.pungens.* La menor biomasa se localizó en la estación 20(Reflujo), con 675 cel/l en superficie (Fig.15).

ANÁLISIS CUALITATIVOS (RED 50u): FLUJO Y REFLUJO

Estero Santa Rosa: En Flujo la mayor abundancia y diversidad relativa del fitoplancton se registró en la estación 11, con un total de 19.942 cel/m^3 y 70 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas de la siguiente manera: Diatomeas (48), dinoflagelados (18), silicoflagelados (2), tintinnidos (2). Las especies predominantes fueron: *Skeletonema costatum* (38%), *Chaetoceros curvisetus* (22%), *Cyclotella menenghiniana* (17%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (11%), *C. affinis* (2%). La menor densidad fitoplanctónica se observó en la estación 14 con 426 cel/m^3 (Fig.16).

En Reflujo la mayor diversidad se observó en la estación 2, con 37.902 cel/m^3 y 76 especies: Diatomeas (56), dinoflagelados (16), silicoflagelados (2), tintinnidos (2). Los géneros más representativos fueron: *Skeletonema costatum* (56%), *Chaetoceros curvisetus* (20%), *Cyclotella menenghiniana* (8%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (7%), *Prorocentrum micans* (2%) Fig.17

En el perfil este en Flujo la abundancia relativa se encontró en la estación 6, con 9.620 cel/m^3 y 71 especies: Diatomeas (54), dinoflagelados (11), euglenophytas (2), cianobacterias (1). Las especies predominantes fueron: *Skeletonema costatum* (56%), *Chaetoceros curvisetus* (29%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (4%), *Biddulphia mobiliensis* (56%), *B. longicruris* (1%), Fig.18

En Reflujo la mayor diversidad se registró en la estación 12, con 8.686 cel/m^3 y 53 especies: Diatomeas (41), dinoflagelados (8), silicoflagelados (2), tintinnidos(2). Los géneros representativos fueron: *Skeletonema costatum* (68%), *Cyclotella menenghiniana* (15%), *Chaetoceros curvisetus* (7%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (5%), *C.radicans* (5%), Fig.19

En el perfil oeste en fase de Flujo la mayor diversidad estuvo en la estación 4, con 25.865 cel/m^3 y 73 especies: Diatomeas (50), dinoflagelados (18), cianobacterias (2), tintinnidos (3). Las especies dominantes: *Skeletonema costatum* (44%), *Chaetoceros curvisetus* (22%), *C.affinis* (15%), *Cyclotellla menenghiniana* (7%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (5%), Fig.20

Para la fase de Reflujo la abundancia relativa

se registró en la estación 3, con 28.533 cel/m^3 y 71 especies: Diatomeas centrales (56), dinoflagelados (11), cianobacterias (2), tintinnidos (2). Los géneros predominantes fueron: *Skeletonema costatum* (63%), *Chaetoceros curvisetus* (15%), *Noctiluca sp.* (7%), *Coscinodiscus excentricus* (5%), *Coscinodiscus sp.* (3%), Fig.21

Con relación a la diversidad de especies del Fitoplancton se reporta en está área un rango de 0.03 bits a 0.76 bits/célula reportándose en términos generales como relativamente bajo en diversidad de especies fitoplanctónicos presentes en esta área.

Estero Jambelí: En Flujo la estación 10 observó una abundancia de 3.089 cel/m^3 y 19 especies distribuidas en: Diatomeas (14), dinoflagelados (3), tintinnidos (2). Las principales especies fueron: *Pseudo-nitzschia seriata* (82%), *Biddulphia sinensis* (5%), *Chaetoceros radicans* (3%), *Gyrosigma hippocampus* (2%), *Pyxidicula cruciata* (1%). La menor concentración estuvo en la estación 10 A con 23 cel/m^3 (Fig.22).

En Reflujo se observó un incremento celular de 9.609 cel/m^3 con 49 especies divididas en: Diatomeas (68), dinoflagelados (13), silicoflagelados (2), tintinnidos (1), cianobacterias (2). Las especies registradas fueron: *Skeletonema costatum* (67%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (15%), *Chaetoceros curvisetus* (13%), *Cyclotella menenghiniana* (12%), *Biddulphia sinensis* (6%) Fig.23

Con relación a la diversidad se observa un rango de 0.48 bits a 0.70 bits/célula catalogándose como una área de baja diversidad.

Desembocadura del río Jubones: Para la fase de Flujo la estación 18 fue la abundante con 16.058 cel/m^3 y con 96 especies distribuidas en: Diatomeas (62), dinoflagelados (24), silicoflagelados (3), cianobacterias (2), tintinnidos (5), La composición de las principales especies fueron: *Skeletonema costatum* (30%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (16%), *Chaetoceros curvisetus* (15%), *Cyclotella menenghiniana* (11%), *Biddulphia sinensis* (6%).

La menor densidad del fitoplancton se observó en la estación 24 con 5.686 cel/m^3 (Fig.24).

En Reflujo la estación 18 fue la predominante con 13.228 cel/m^3 y 81 especies distribuidas en: Diatomeas (56), dinoflagelados (17), silicoflagelados (2), cianobacterias (2), tintinnidos (4). Los géneros representativos fueron: *Skeletonema costatum* (30%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (16%), *Chaetoceros curvisetus* (15%), *Cyclotella menenghiniana* (11%), *Biddulphia sinensis* (6%) Fig.25

Con relación a la diversidad de especies del fitoplancton se reporta en está área un rango de 0.02 bits a 0.82 bits/célula registrándose un valor alto de diversidad de especies en comparación a las otras áreas en estudio.

TRANSPARENCIA

Los valores obtenidos de transparencia por materia en suspensión en la columna de agua determinados con el disco Secchi durante las fases de flujo y reflujo. Para el área del estero Santa Rosa los rangos oscilaron entre 0.30-1.40 m.

En el estero Jambelí los valores de turbidez oscilaron entre 0.60-1.10 m.

En la desembocadura del río Jubones la transparencia alcanzaron bajos de intensidad lumínica con rangos de 0.20-1.30 m, los cuales estuvieron asociadas a una alta productividad primaria (Fig.26).

ZOOPLANCTON E ICTIOPLANCTON

AREA: Estero Santa Rosa

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON: FLUJO

Se registró una biomasa total del zooplancton de 61082 Ind./100m^3 que constituyen al mesozooplancton.

La mayor concentración de individuos del mesozooplancton se localizó en las estaciones 8 y 11 con un total de 43114 ind y

8722 ind/100 m^3 respectivamente. En tanto que la menor densidad poblacional de mesozooplancton se encontró en las estaciones 2 y 5 con un total de 1392 organismos y 165 ind./100 m^3.

Mientras que la densidad poblacional del macrozooplancton fue relativamente baja, la máxima abundancia se localizó en la estación 14 con 2300 ind/100m^3 y en el resto de las estaciones distribuidas en el canal de navegación, se registró un valor inferior a los 500 ind/100m^3. Esta biomasa de zooplancton estuvo representado por una baja diversidad de grupos, destacándose la dominancia de los crustáceos conformados principalmente por los Copépodos, Mysidáceos y en menor abundancia los organismos gelatinosos tales como las Medusas y Ctenóforos (Fig. 27).

El mesozooplancton en esta área presentó la dominancia de pequeños microcrustáceos entre ellos se destacan los Copépodos con el 78.9%, seguido en orden de dominancia los siguientes organismos Mysidáceos con el 4.9%, estados larvales de Zoeas, Megalopas del infra orden Brachuira y Cladóceros con 4.5 y 2.9% respectivamente.

Adicionalmente se observó escasos grupos de Quetognatos, Medusas, Ctenóforos, Larvas de Brachiopoda, Huevos y Larvas de peces, Larvas de Equinodermos y Bivalvos que juntos alcanzaron una dominancia menor a 6% (Fig. 28).

En el perfil este la mayor biomasa zooplanctónica se registró en la estación 13 localizada con una densidad poblacional de 14143 ind/100m^3, mientras que la menor concentración de individuos del zooplancton se registró en la estación 6 con 532 ind/100m^3. Con respecto al perfil oeste la mayor biomasa de zooplancton se registró en la estación 16 con 16900 ind/100m^3 y la menor biomasa se encontró en la estación 4 con 481 ind/100m^3 (Fig. 29 - 30).

Con relación a la diversidad de taxa del zooplancton se reporta en está área un rango de 0.56 bits a 1.76 bits catalogándose en términos generales como relativamente bajo en diversidad de grupos zooplanctónicos presentes en esta área.

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON: FLUJO

Se observó un escaso desove de huevos registrándose una biomasa total de 3 huevos y 4 larvas de peces/10$(m^2)^{-1}$. El mayor número de larvas de peces se presentó en la estación 8 representado principalmente por la familia ENGRAULIDAE con 3 org/10$(m^2)^{-1}$, mientras que los huevos de peces estuvieron representados exclusivamente por 3 familias, SCIAENIDAE, ENGRAULIDAE y CLUPEIDAE con 2 y 1 org/10$(m^2)^{-1}$ respectivamente.

Cabe destacar la accidental presencia de huevos y larvas de peces en las estaciones 2 y 5 respectivamente (Fig. 31).

En el perfil este del estero Santa Rosa se registró una escasa densidad de huevos y larvas de peces, destacándose la estación 7, una abundancia de 2 huevos y larvas/10$(m^2)^{-1}$, de igual manera en el perfil oeste se registró baja biomasa de ictioplancton, registrándose en la estación 3 con 2 huevos de peces 10$(m^2)^{-1}$ y una ausencia notable de larvas de peces. Se reporta una baja diversidad de familias, resaltándose la familia ENGRAULIDAE Y CLUPEIDAE como las dominantes (Fig. 32 y 33).

En esta zona se reporta una escasa diversidad de familias reportadas, determinándose el máximo valor de 0.64 bits de diversidad de las principales familias de huevos de peces, mientras que se registró la dominancia de la familia Engraulidae en el grupo de Larvas de peces.

AREA: estero Santa Rosa

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON: REFLUJO

Se registró un incremento de la biomasa zooplanctónica, destacándose la estación 14 con una biomasa de 222500 ind/100m^3, seguido de la estación 5 con 45000 ind/100 m^3. Mientras que la menor biomasa se registró en la estación 8 con un total de 2593 ind/100 m^3

Con respecto al macrozooplancton en términos generales se observó una baja

biomasa zooplanctónica que fluctuó entre los 500 a 4500 ind/100 m^3 en comparación con la fase de flujo, (Fig. 34).

La biomasa zooplanctónica del mesozooplancton y macrozooplancton estuvo conformada principalmente por la dominancia de crustáceos destacándose el estado larval de Zoeas de Brachiura con 26.9%, Mysidáceos con el 25.2%, seguido de los Copépodos con el 22.4%. Además se registraron Larvas de Brachiopoda con el 14.9%.

Dentro del grupo de accesorios se presentó los grupos Quetognatos 4.7%, Larvas de decápodos (Zoeas de porcellanidos), con el 2.4% y medusas 2.3%. En la categoría de accidentales se registró la presencia de Megalopas de Brachiuras, Cladóceros, huevos y larvas de peces que sumados alcanzaron el 1%, (Fig. 35).

Con relación al perfil este registró una biomasa zooplanctónica que fluctuó entre 9933 ind/100m^3 y 1138 ind/100m^3 encontrado en las estaciones 1 y 7 respectivamente, valores que son inferiores a los encontrados en el canal de navegación, (Fig. 36).

Mientras que en el perfil oeste la mayor concentración de zooplancton se registró en la estación 16 con una densidad poblacional de 202600 ind/100m^3 y la menor concentración de zooplancton se localizó en la estación 9 con una densidad poblacional de 429 ind/100m^3 área más alejada del canal de navegación (Fig. 37)

En el área de Santa Rosa se reporta una baja diversidad de grupos para lo cual se registró un rango de 0.96 bits a 1.61 bits observados en las estaciones 2 y 13 respectivamente.

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON: REFLUJO

Una escasa presencia de huevos se encontró en la estación 5 con un total de 3 huevos/10$(m^2)^{-1}$. La mayor abundancia de larvas de peces se registró en la estación 11 con un total de 6 larvas/10$(m^2)^{-1}$. Las principales familias que corresponden a los huevos en orden de dominancia fueron ENGRAULIDAE, CLUPEIDAE y SCIAENIDAE. Mientras que la familia ENGRAULIDAE exclusivamente dominó en el estado larval de peces. En el resto de las estaciones que integran el estero, se encontró una baja densidad de huevos y larvas de peces con 2 org/10$(m^2)^{-1}$ (Fig. 38).

En el perfil este la mayor concentración de huevos de peces se encontró en la estación 6 con densidad poblacional de 7 huevos/10$(m^2)^{-1}$, resaltándose la familia CLUPEIDAE y ENGRAULIDAE como las dominantes, se reporta la ausencia de larvas de peces en este perfil del estero Santa Rosa, (Fig. 39).

En comparación a fase de flujo se reporta una escasa diversidad de familias de Huevos de peces resaltándose el máximo valor de 0.50 bit y de igual manera se observó la dominancia exclusiva de la familia Engraulidae.

En el perfil oeste de igual manera se reporta una escasa presencia de huevos y larvas de peces con una baja diversidad de familias resaltándose CLUPEIDAE, ENGRAULIDAE Y SCIAENIDAE, la escasa densidad poblacional se encontró en la estación 3 y 16 con 2 huevos y 1 larva de pez/10$(m^2)^{-1}$ en la estación 4 (Fig. 40).

Se observa en las orillas del perfil este y oeste una baja productividad de huevos y larvas de peces para la época.

ÁREA: Estero Jambelí

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ZOOPLANCTON E ICTIOPLANCTON: FLUJO Y REFLUJO

Se registró una relativa productividad zooplanctónica destacándose la estación 10 B con una biomasa de 72200 ind y 386 ind/100m^3 en el estado de marea de flujo y reflujo respectivamente.

Mientras que la menor densidad poblacional se registró en la estación 10 localizada a la entrada del estero Jambelí con una biomasa zooplanctónica de 502 y 3720 ind /100m^3

durante el estado de marea de flujo y reflujo (Fig. 41).

La composición de las principales taxas del zooplancton estuvo representada por la dominancia de microcrustáceos destacándose los Copépodos 28%, Zoeas, Megalopas de Brachiura 22% y Mysidáceos 5%.

Los Ctenóforos se destacaron por su dominancia y frecuencia relativa con el 13%, seguido de las larvas de Brachiopoda 8%.

En la categoría de accidentales se registró la presencia de larvas de decápodos (Porcellana spp 1%), seguido de las Larvas de Poliquetos y Peces con el 0.2% cada grupo zooplanctónico, (Fig. 42).

Con relación al Ictioplancton se registró escasa densidad huevos y larvas de peces en los 2 estados de marea, representado exclusivamente por la familia ENGRAULIDAE con 1 huevo y 1 larva de pez/10$(m^2)^{-1}$ en el estero Jambelí.

A pesar de una relativa abundancia de zooplancton reportada en el área del estero Jambelí se registró durante la fase de flujo la mayor diversidad de grupos zooplanctónicos determinándose una diversidad de 2.19 bits en la estación 10 B, la menor diversidad de registró en la estación 10 A con un valor de 1.43 bits.

Mientras que durante la fase de reflujo se registró una diversidad de taxa zooplanctónica que fluctuó entre 1.42 a 1.24 bits en las estaciones 10 y 10 B respectivamente. En cuanto al ictioplancton se registró una escasa diversidad de familias de Huevos y Larvas de Peces.

ÁREA: Desembocadura del Río Jubones:

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON: FLUJO

La mayor concentración de la biomasa del mesozooplancton, se registró en la estación 17 con una densidad poblacional superior a 11000 ind/100 m^3, mientras que la menor biomasa zooplanctónica se registró en la estación de 20 con un total de 468 ind/100 m^3.

Con respecto al macrozooplancton se encontró una escasa biomasa que fluctuó entre 4500 ind a 48 ind/100 m^3 coincidiendo con la mayor abundancia de mesozooplancton en la estación 17, (Fig. 43).

En cuanto a la composición y dominancia de los principales grupos del zooplancton se registró un total de 17 taxas, representado por la dominancia de Copépodos 60%, seguidos de los Quetognatos 18%, Zoeas de Brachiuras 7.5% y Mysidáceos con el 5%.

Dentro de la categoría de accidental se registró la presencia de larvas de peces con el 1.9%, Medusas 0.9% y adicionalmente en el meroplancton conformado por Larvas de Equinodermos, Larvas de Bivalvos que juntos alcanzaron una abundancia menor al 1%, (Fig. 44)

En el área de la desembocadura del río Jubones se registró durante flujo una diversidad en un rango entre 1.90 a 0.63 bits encontrados en las estaciones 18 y 21 respectivamente, mientras que durante reflujo se encontró una menor diversidad de grupos zooplanctónicos inferior a lo observado en flujo determinándose con un rango de diversidad de 0.29 a 1.58 bits.

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON: FLUJO

Se encontró una escasa biomasa de huevos y Larvas de peces resaltando las estaciones 19 y 17 con el mayor número de huevos con un valor inferior a 5 huevos/10$(m^2)^{-1}$. La principal familia de huevos de peces dominante fue SCIAENIDAE con el 5%, (Fig. 45)

Mientras que la densidad poblacional de larvas de peces fue relativamente baja con una biomasa de 11 larvas de peces/10$(m^2)^{-1}$ destacándose la familia ENGRAULIDAE 90% Y SYGNATHIDAE con el 5% de abundancia relativa, (Fig. 46)

En término general se registró una rara diversidad de familias en el Ictioplancton reportándose para el grupo de huevos de

peces la dominancia de la familia Scianidae y de larvas de peces se encontró la presencia de las familias Engraulidae y Sygnathidae por tal razón se registró una diversidad que fue escasa con un valor inferior a 0.2 bits durante la fase de flujo.

ÁREA: Desembocadura del Río Jubones

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON: REFLUJO

Se presentó una mayor biomasa zooplanctónica, destacándose la estación 23 con una densidad de organismos de 18000 Ind/100m^3, En tanto que la menor biomasa de zooplancton se localizó en la estación 20 con una biomasa inferior a 400 ind/100m^3 (Fig.47)

El mesozooplancton estuvo conformada por 26 grupos zooplanctónicos destacándose principalmente dentro de la categoría dominante los Copépodos 34.8%, Zoeas de Brachiura 28.7% Huevos de Invertebrados 14%, Ctenóforos 7% y Mysidáceos 7%. En la categoría de accesorios se encontró el grupo de los Quetognatos 4% y en la categoría de accidentales se ubicaron las taxas Porcellana spp 1.2%, Huevos y Larvas de peces 1% y las Megalopas de Brachiura, Nauplio de cirripedios, Larvas de Gasterópodos, Larvas de brachiopoda y Sifonóforos que juntos alcanzaron una abundancia menor al 1%, (Fig. 48).

Con respecto al macrozooplancton se registró una escasa biomasa con una densidad poblacional que fluctuó entre 3220 a 200 ind/100 m^3, que con lleva obtener una baja diversidad de grupos zooplanctónicos registrándose un rango de 0.29 1.58 bits de diversidad.

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON: REFLUJO

Las estaciones ubicadas en la desembocadura del río Jubones no se registraron huevos de peces y una escasa biomasa de Larvas de peces con una densidad que fluctuó entre 1 a 5 Larvas de peces/10(m^2)$^{-1}$, representado por 5 larvas pertenecientes a la familia ENGRAULIDAE y 1 larva de pez a la familia SYGNATHIDAE representado por el 0.2 de diversidad ictioplanctónica. (Fig. 48).

DISCUSIONES

En cuanto a trabajos de plancton son escasos los estudios de diversidad planctónica realizados principalmente en el estuario interior y sus efluentes al estero Santa Rosa de Puerto Bolívar, sin embargo se realizó una comparación macro de la composición y abundancia relativa de estudios desarrollados en el estuario exterior del Golfo de Guayaquil y en especial en el estero Jambelí.

R. G. de Peribonio., et al . 1981, en el estudio del mesoplancton en el Golfo de Guayaquil, señala que en la parte interna del canal de Jambelí, la abundancia de zooplancton es bastante débil registrando un total de 62 Ind/m^3, sin embargo que cuando se va del Canal de Jambelí a mar abierto la riqueza de fosfato y nitrito decrece mientras que la concentración de clorofila *"a"* en la superficie aumenta de 3.32 a 6.4 mg/m^3.

Comparando con el presente estudio se resalta que en el interior del estero Jambelí se encontró una relativa biomasa de zooplancton registrándose un valor superior de biomasa de 72200 ind y 386 ind/100 m^3 en el estado de marea de flujo y reflujo respectivamente. En cuanto a la clorofila *"a"* en la capa superficial se registró un rango de concentración de 1.65 a 3.50 mg/m^3 durante flujo que son relativamente bajos a los reportados en el estudio de mesozooplancton en el Golfo de Guayaquil.

En cuanto al ictioplancton reportado en el estero Jambelí se resalta una escasa densidad de huevos y larvas de peces en los 2 estados de marea, representado exclusivamente por la familia Engraulidae con 1 huevo y 1 larva de pez/10(m^2)$^{-1}$. Al comparar con el estudio de los efectos de la contaminación con Urea en las aguas del Archipiélago de Jambelí se coincide con una baja densidad de organismos de zooplancton y en especial los huevos de peces identificados correspondieron en un 87% a la

familia Engraulidae, (Luzuriaga., 1980)

R. G de Peribonio., et al (Op. Cit.) destaca que el grupo huevos y larvas de peces permite detectar las áreas de desove de los peces correspondientes a la época seca, el área más productiva está situada al sur de la isla Puná así como la costa norte, desde el canal del Morro hasta la Puntilla de Santa Elena.

Se reporta en Larvas de peces una dominancia exclusiva de la familia Engraulidae con una amplia distribución en las 3 áreas en estudio. Ortega (1996) menciona que el desarrollo larval de peces de la familia Engraulidae es abundante y especial la especie Centengraulis mystticetus al sur del Golfo que posiblemente se deba a afloramiento ligeros, mezclas ligeras de masas de aguas y una alta productividad.

La turbidez es un factor importante en la concentración de la biomasa del fitoplancton y guarda una relación inversamente proporcional, resaltándose que en la desembocadura del río Jubones la transparencia alcanzó bajos de intensidad lumínica con rangos de 0.20-1.30 cm, los cuales estuvieron asociadas a una alta productividad primaria. CAAM (1996) registró valores de profundidad del disco Secchi relativamente de 1 a 3m para el estuario interior del Golfo de Guayaquil, que denotan la gran turbidez que caracteriza a esta agua producto de un mayor grado de sedimentación.

En cuanto a la composición del fitoplancton se reporta para las 3 áreas en estudio la dominancia de la especie *Skeletonema costatum,* mientras que Cajas, (1980) en el estudio de organismos del plancton como indicadores de polución reporta que aproximadamente el 95% estuvo constituido por el género Coscinodiscus, Dinoflagelados 3% y el 2% por Ciliados, Tintinidos y así también señala una pobreza del zooplancton conformada principalmente de la especie *Penilia avirrostri,* correspondiente al suborden Cladócera.

CONCLUSIONES

Las mayores concentraciones clorofílicas se registraron en la Desembocadura del río Jubones durante flujo y reflujo, que coincide con los máximos valores de biomasa celular y otra área de alta productividad se considera el estero Jambelí durante flujo.

La mayor biodiversidad y abundancia de especies se encontraron en la Desembocadura del río Jubones y en el estero Santa Rosa (Perfil oeste), siendo *Skeletonema costatum* la especie dominante y las especies acompañantes fueron: *Chaetoceros curvisetus, Cyclotella menenghiniana, Coscinodiscus excentricus, Thalassiotrix frauenfeldii, Coscinodiscus sp.*

Se establece durante reflujo la mayor biomasa del zooplancton registrado en la estación 14 ubicada en el estero Santa Rosa y en la estación 16 localizada en Punta Jambelí, reportándose una relativa diversidad de grupos zooplanctónicos.

La menor biomasa de zooplancton se localizó en la estación 5 localizado en el estero Santa Rosa y en la estación 25 ubicado en la desembocadura del río Jubones durante la fase de flujo, determinándose una baja diversidad de grupos zooplanctónicos.

Se considera que durante flujo la mayor biomasa de zooplancton se encontró en el estero de Jambelí, reportándose en la estación 10 B la mayor diversidad de taxa de zooplancton en comparación a las otras áreas en estudio.

Se resalta dentro del zooplancton marino y estuarino, los Copépodos del orden calanoidea distribuido en las 3 áreas representado por una abundancia promedio de 47% y frecuencia relativa 91%. Esta biomasa zooplanctónica se ve enriquecido por un importante componente de microcrustáceos resaltándose Larvas de decápodos, especialmente los estados larvales de Zoeas y Megalopas de Brachuira, cuya abundancia es mayor en áreas estuarinas.

Durante esta época se evidenció una escasa biomasa y diversidad de familias,

resaltándose la dominancia exclusiva de la familia Engraulidae en Larvas de peces, y las familias representantes del grupo Huevos de peces fueron en orden de abundancia Clupeidae, Sciaenidae y Engraulidae en todas las áreas en estudio.

Se considera que los principales factores que rigen en la variabilidad, composición y abundancia en las comunidades del plancton están regidas en función al área, estados de mareas, época estacional y condiciones ambientales.

La diversidad de Shannon & Wiener expresada en bits se observa una variabilidad en la riqueza específica determinándose para el fitoplancton y zooplancton la mayor diversidad en el río Jubones y estero Jambelí respectivamente durante la fase de flujo.

Se resalta que la mayor diversidad de familias expresada en bits en el grupo de huevos de peces se localizó en el estero Piló y Punta Jambelí durante la fase de reflujo y flujo respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

Alhstrom & Moser. 1980. *Identifications of pelagic marine fish eggs. Calcofi. Rep Vol. XXI. 1-30p*

Balbotín, N. F y M. Garreton. 1977. *Desove y primeras fases de desarrollo de lasardina española Sardinops sagax. Rev. Biol. Mar. Dep. oceanol. Univ. Chile.16(2): 171-181p.*

Beltran-Leon., B & R. Ríos- Herrera. 2000. *Estadios tempranos de peces del Pacífico Colombiano. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. (INPA), Buenaventura- Colombia 2000. Tomo 1 y 2.*

Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata. Argentina. 3-859 p.*

Bonilla D. 1983. *Estudio Taxonómico de los Quetognatos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 2 No. 2 509-567 p.*

Boothroyd J., H Ayon, D. Robaduc, J. Vásconez & R. Noboa.1994. *Características de la línea Costera del Ecuador y sus recomendaciones para el Manejo. Reporte Técnico 2076 pp.*

Cajas de L. **1980.** *Organismos del plancton como indicadores de polución. Instituto nacional de Pesca. Boletín Informativo Vol. 1(3) 9-10 p.*

Cajas, L de y D. Hinostroza. 1981. *Huevos y Larvas de clupeidos y engraulidos en el Golfo de Guayaquil. Revista. Ciencias del Mar y Limnológicas. Vol. 1 N0. 2 37-47 p*

Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República (CAAM). 1996. *Desarrollo y Problemática ambiental del área del Golfo de Guayaquil, pp. 345*

Cupp, E., 1943. *Marine plankton diatomsof west coast. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds H.Sverdrup, R. Fleming, L. Miller,5(1):-1-238.*

Chirichigno, N. 1974.- *Clave para identificar los peces marinos del Perú. IMARPE. Inf. No 44.1-80p*

De Boyd, S. 1977. *Guide to Marine Coastal plankton and invertebrate larvae. Departament of biology west valley community college, California.*

Gasca, R. &E. Suárez. 1996. *Introducción al zooplancton marino. ECOSUR CONACYT,México 1-711p.*

Jiménez, R. 1976. *Composición y variaciones del fitoplancton marino del Golfo de Guayaquil y áreas adyacentes. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales, 44p.*

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

Jiménez, R. 1998. *Aspectos ecológicos del ecosistema marino en el área de Prospección Sísmica del Campo Amistad, en el Golfo de*

Guayaquil. Plan de Monitoreo Ambiental del campo Amistad en el Golfo Guayaquil, pp.40.

Luzuriaga., M. 1980. *Efectos de la contaminación con urea en las aguas del Archipielago de jambelí.Instituto Nacional de Pesca. Boletín Informativo Vol. 1 (2) 2-4 p*

Massay P., 1998. *Diagnóstico de la Actividad Pesquera Artesanal en Puerto Bolívar, Provincia de El Oro. Bol. Cient. Téc., Instituto Nacional de Pesca (INP), Vol. XVI No. 5. 1-38 p.*

Materese., A., A Kendall., D. Blood & B. Vinter. 1989. *Loboaratory Guide to early life history stages of Noerteast Pacific Fishes. NOAA Technical Report NMFS, October-1989.*

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 p.*

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

Ochoa, E. S. Olsen & L. Arriaga. 2000. *Macrozonificación de la zona costera continental: Propuesta para el ordenamiento y desarrollo de la costa Ecuatoriana. Programa de Manejo de Recursos Costeros y Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island, Diciembre de 2000. 110p.*

Ortega., D. 1996. *Ictioplancton presente en el Golfo de Guayaquil durante la etapa de prospección acústica y pesca comprobatoria, septiembre 1995. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico y Técnico. Vol. XIV (1). 65-76p*

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. *Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2):283-399.*

PMRC. 1987. *Perfil de los recursos costeros. Proyecto de Manejo de recursos Costeros. Fundación Pedro Vicente Maldonado, Ecuador: 1-258p.*

PMRC. 1993. *Plan de Manejo de la ZEM, Machala, Puerto Bolívar y Jambelí. Proyecto de Manejo de recursos ubicación preparada por la Fundación Pedro Vicente Maldonado, Ecuador: Capitulo 1: 1-10p.*

Ramirez A. 1999. *Ecología Aplicada. Diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Santa Fé de Bogotá, 1999.*

Ramírez, R., E. Matus y R. Martínez. 1986. *Descripción del huevo y larva Temprana de SCIANIDAE. CICIMAR, California. Vol. III No 1 43-48 p.*

R. G. de Peribonio., R Repelín., M, Luzuriaga., D, Hinostroza., M, Villaroel. 1981. *Estudio ecológico del mesozooplancton del Golfo de Guayaquil abundancia, ciclos nictimerales y relaciones entre el estuario del río Guayas y el océano. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico y Técnico. Vol. IV (2) 1-27 p.*

SCOR UNESCO Working group 17, 1966. *Determination of photosynthetic pigments in the sea-water. Monographs on oceanographic methology, 1, Unesco, pp. 9-18.*

Stevenson, M. 1981. *Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil, un estuario tropical. Boletín. Científico y Técnico, Instituto Nacional de Pesca (INP), Vol. IV (1). 1-133 p.*

Smith, P. & S. Richardson. 1979. *Técnica para la prospección de huevos y larvas de peces pelágicos, FAO. Documento Técnicos de pesca No 175. 1-330 p*

Suéscum, R. de, A. Maridueña, R. Castro, D. Moncayo, C. Morán, T. Estrella, Freire y P. Massuh. 1998. *Condiciones físicas, químicas y biológicas del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil durante 1994-1996. Instituto Nacional de Pesca , Guayaquil, Ecuador :183-240.*

Solórzano L.,1981. *Fuentes, niveles y efectos de la contaminación marina en Ecuador. Comisión Permanente del Pacífico Sur, No.2,173-241.*

Tapia, M., 2001. *Estudio del Fitoplancton en la Isla Santa Clara durante Febrero del 2001. Informe técnico de INOCAR.*

Tomas C., 1998. *Identifying marine Phytoplankton. Academic Press, Florida: 1 858.*

Tregouboff, G. & M. Rose. 1957. *Manuel de Planctonologie Mediterrane. Centro National de la Recherche Scientifique, París. Tomo 2.*

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

Estero Santa Rosa	Estero Jambelí	Río Jubones
Skele tonema costa tum	Skele tonema costa tum	Skele tonema costa tum
Chaetoceros curvi setus	Pseu donitzs chia se riata	Chaetoceros curvi setus
Cycl otella mene nghini ana	Thala ssio trix frauenfeldi i	Cycl otella mene nghini ana
Thala ssio trix frauenfeldi i	Cycl otella mene nghini ana	Thala ssio trix frauenfeldi i

Tabla. 1.- Dominancia de las principales especies del fitoplancton obtenidas con red de 50u en las 3 áreas en estudio.

CONSTANCIA	DOMINANCIA	GRUPOS
0.0% 25.0%	0.0% 2.5%	ACCIDENTALES
25.1% 50.0%	2.6% 5.0%	ACCESORIOS
50.1% 100.0%	5.1% 100.0%	CONSTANTES DOMINANTES

Tabla. 2.- Categoría para establecer la constancia y dominancia de las principales taxa del zooplancton.

Figura 1A. Ubicación de las estaciones en las áreas Estero Santa Rosa y Estero Jambelí durante Julio de 2002.

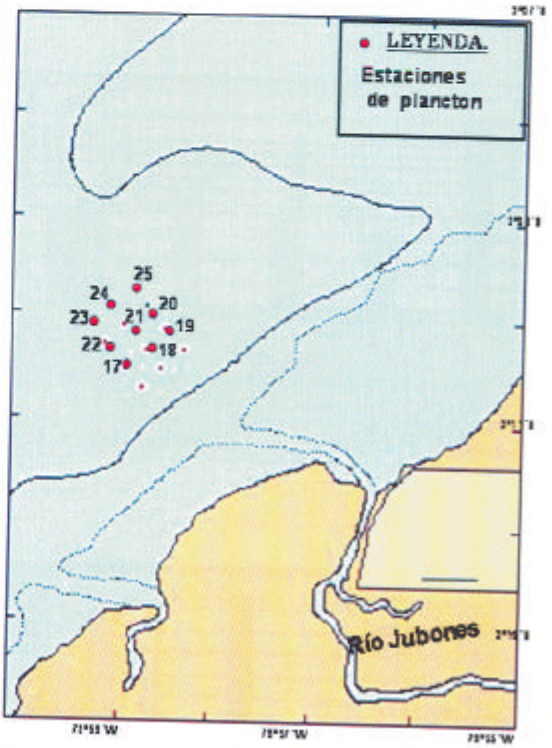


Figura 1B. Ubicación de las estaciones en el área cercana a la desembocadura del Río Jubones durante Julio de 2002.

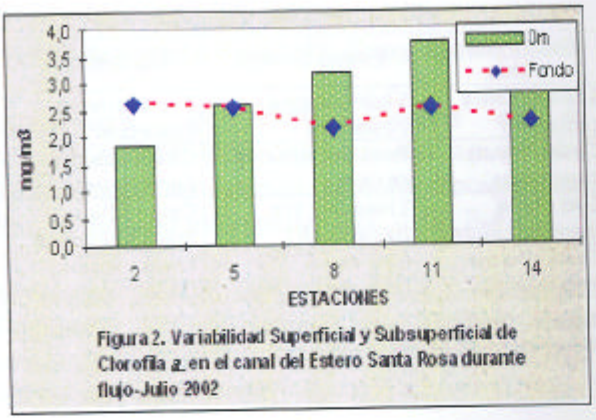


Figura 2. Variabilidad Superficial y Subsuperficial de Clorofila a en el canal del Estero Santa Rosa durante flujo-Julio 2002

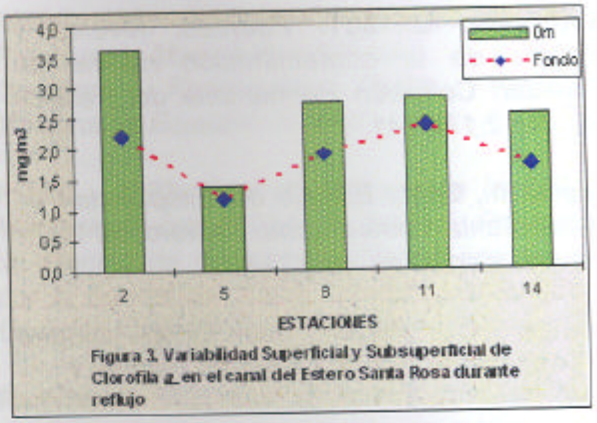


Figura 3. Variabilidad Superficial y Subsuperficial de Clorofila a en el canal del Estero Santa Rosa durante reflujo

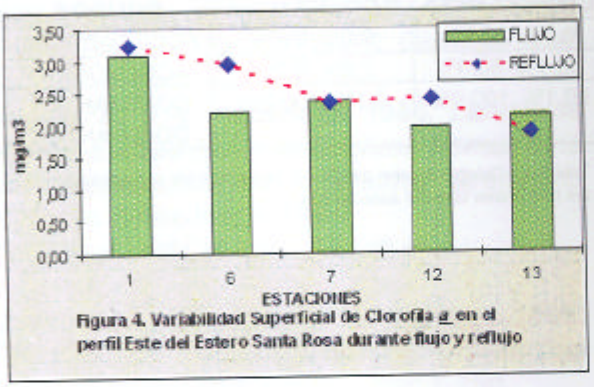


Figura 4. Variabilidad Superficial de Clorofila a en el perfil Este del Estero Santa Rosa durante flujo y reflujo

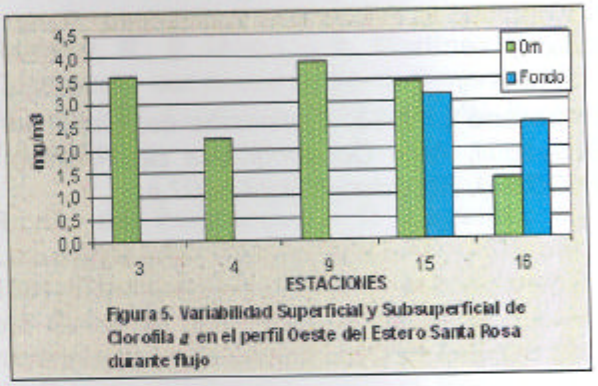


Figura 5. Variabilidad Superficial y Subsuperficial de Clorofila a en el perfil Oeste del Estero Santa Rosa durante flujo

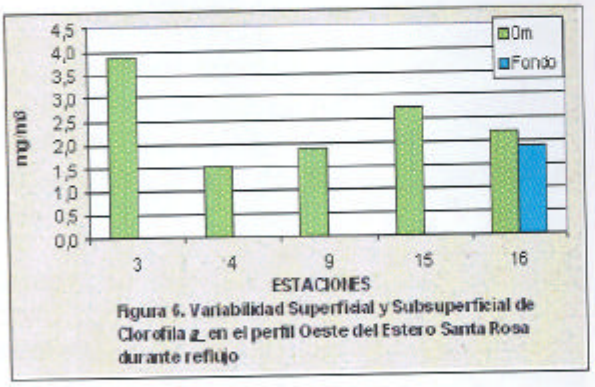


Figura 6. Variabilidad Superficial y Subsuperficial de Clorofila a en el perfil Oeste del Estero Santa Rosa durante reflujo

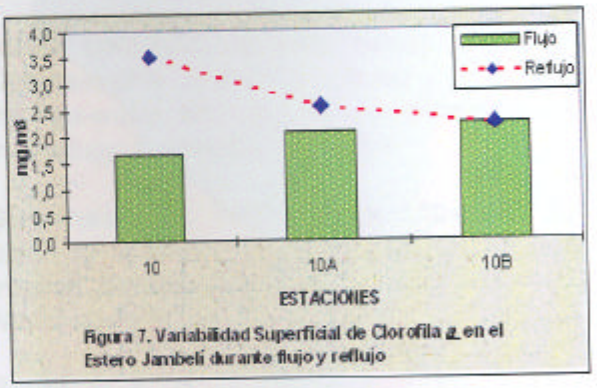


Figura 7. Variabilidad Superficial de Clorofila a en el Estero Jambelí durante flujo y reflujo

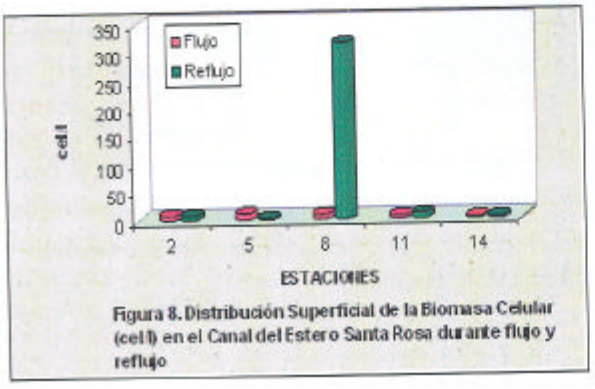


Figura 8. Distribución Superficial de la Biomasa Celular (cel/l) en el Canal del Estero Santa Rosa durante flujo y reflujo

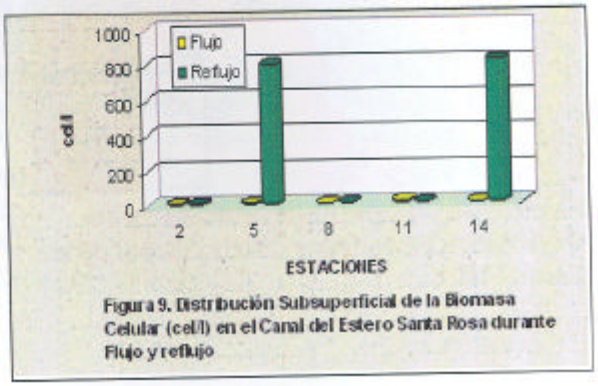


Figura 9. Distribución Subsuperficial de la Biomasa Celular (cel/l) en el Canal del Estero Santa Rosa durante Flujo y reflujo

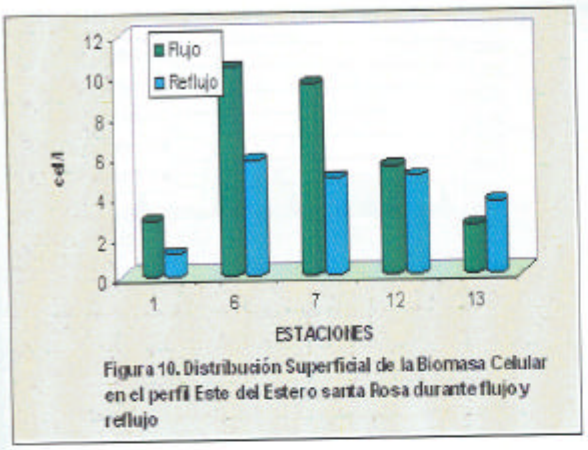


Figura 10. Distribución Superficial de la Biomasa Celular en el perfil Este del Estero santa Rosa durante flujo y reflujo

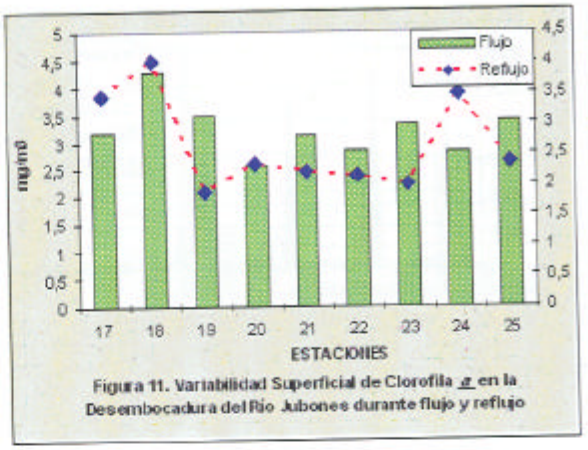


Figura 11. Variabilidad Superficial de Clorofila a en la Desembocadura del Río Jubones durante flujo y reflujo

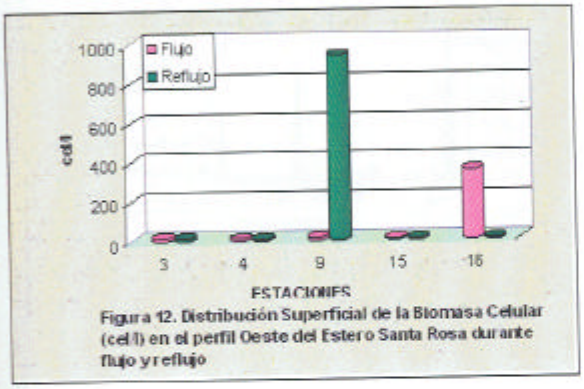


Figura 12. Distribución Superficial de la Biomasa Celular (cel/l) en el perfil Oeste del Estero Santa Rosa durante flujo y reflujo

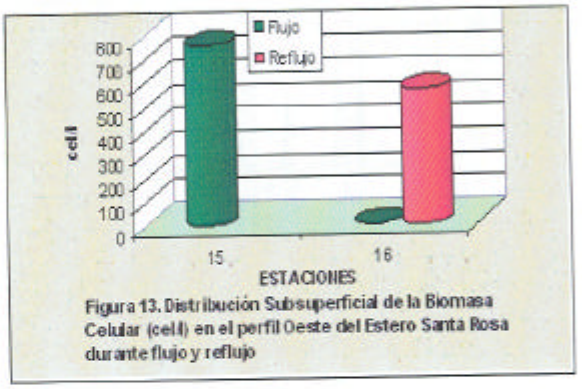


Figura 13. Distribución Subsuperficial de la Biomasa Celular (cel/l) en el perfil Oeste del Estero Santa Rosa durante flujo y reflujo

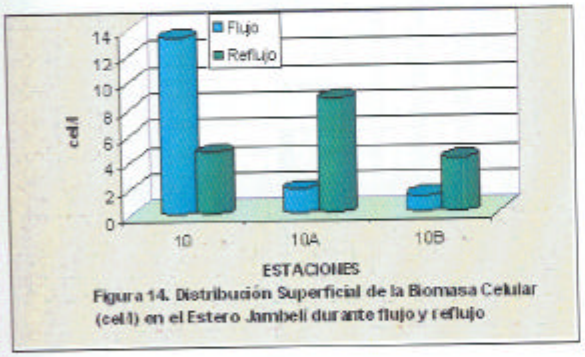


Figura 14. Distribución Superficial de la Biomasa Celular (cel/l) en el Estero Jambelí durante flujo y reflujo

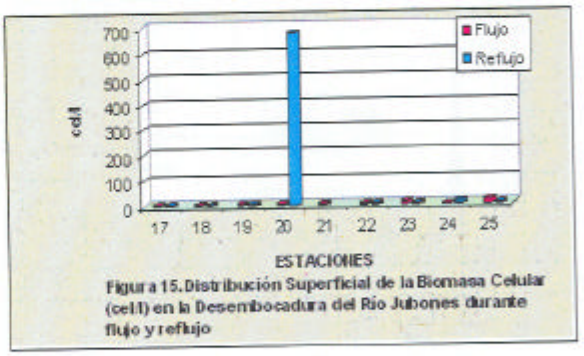


Figura 15. Distribución Superficial de la Biomasa Celular (cel/l) en la Desembocadura del Río Jubones durante flujo y reflujo

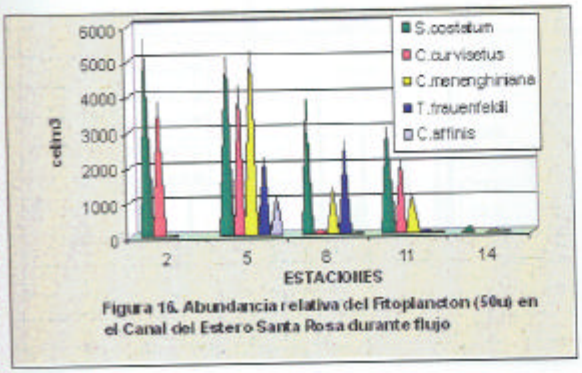


Figura 16. Abundancia relativa del Fitoplancton (50u) en el Canal del Estero Santa Rosa durante flujo

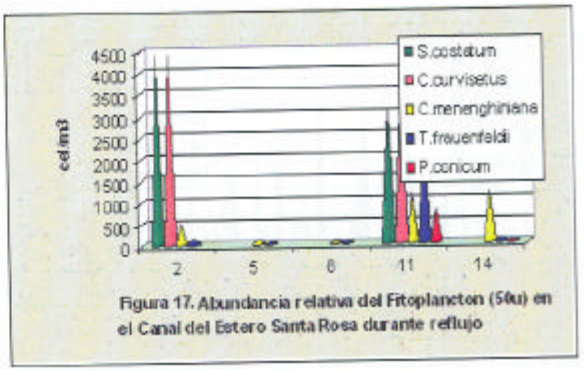


Figura 17. Abundancia relativa del Fitoplancton (50u) en el Canal del Estero Santa Rosa durante reflujo

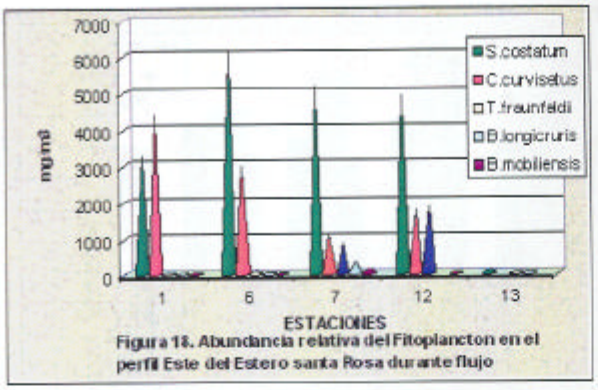


Figura 18. Abundancia relativa del Fitoplancton en el perfil Este del Estero santa Rosa durante flujo

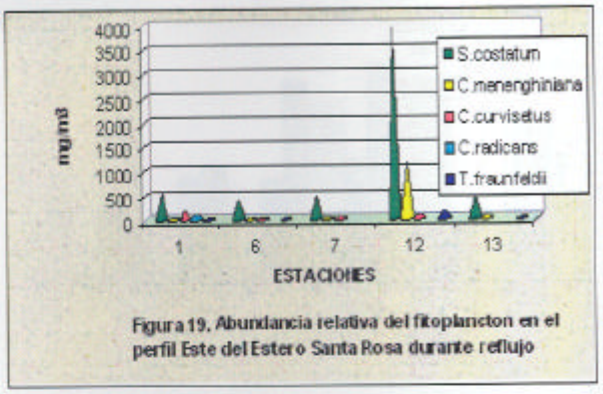


Figura 19. Abundancia relativa del fitoplancton en el perfil Este del Estero Santa Rosa durante reflujo

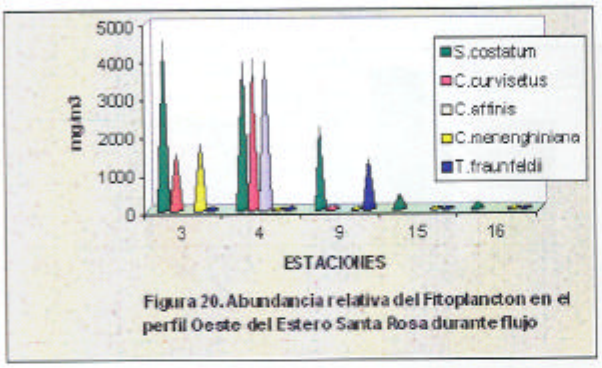


Figura 20. Abundancia relativa del Fitoplancton en el perfil Oeste del Estero Santa Rosa durante flujo

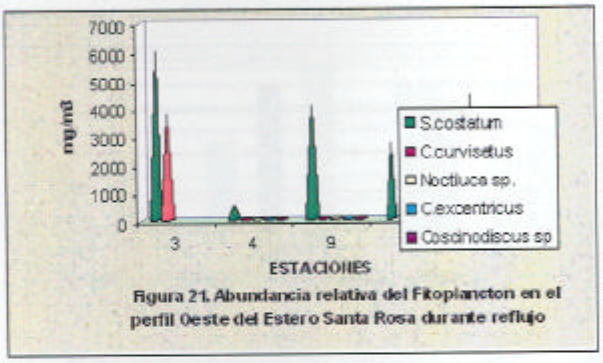


Figura 21. Abundancia relativa del Fitoplancton en el perfil Oeste del Estero Santa Rosa durante reflujo

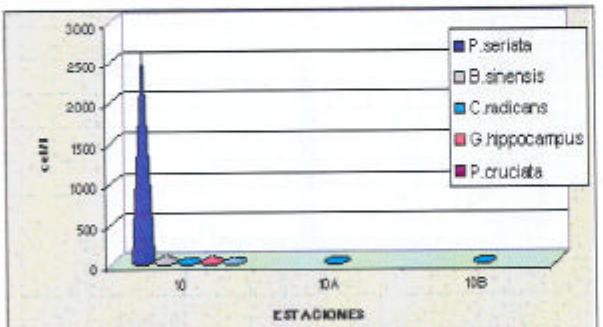


Figura 22. Abundancia relativa del Fitoplancton (red 50u) en el Estero Jambelí durante flujo

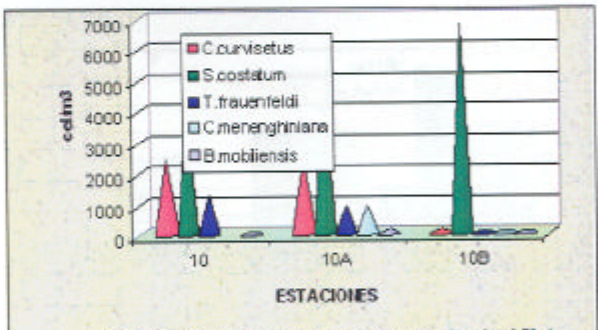


Figura 23. Abundancia relativa del Fitoplancton (red 50u) en el Estero jambelí durante reflujo

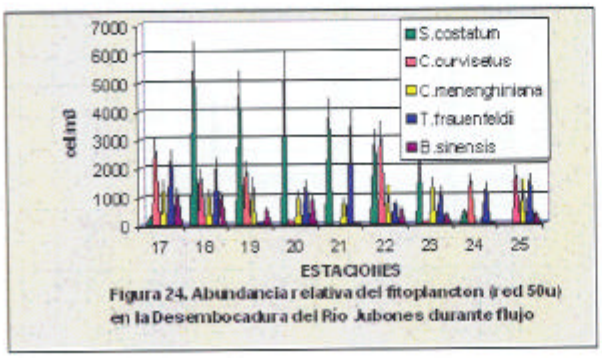


Figura 24. Abundancia relativa del fitoplancton (red 50u) en la Desembocadura del Rio Jubones durante flujo

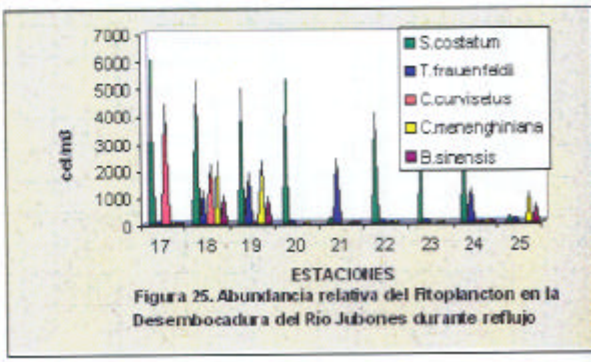


Figura 25. Abundancia relativa del Fitoplancton en la Desembocadura del Rio Jubones durante reflujo

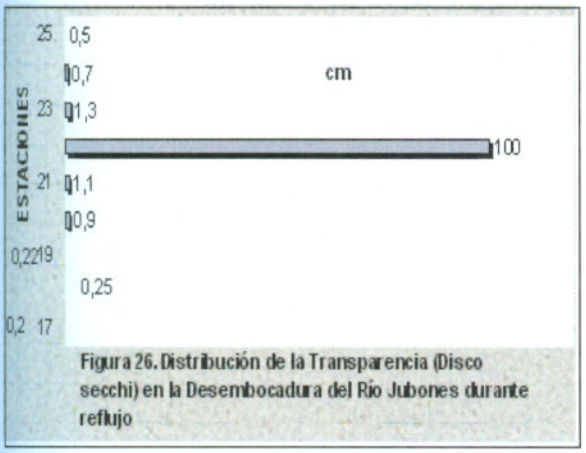


Figura 26. Distribución de la Transparencia (Disco secchi) en la Desembocadura del Río Jubones durante reflujo

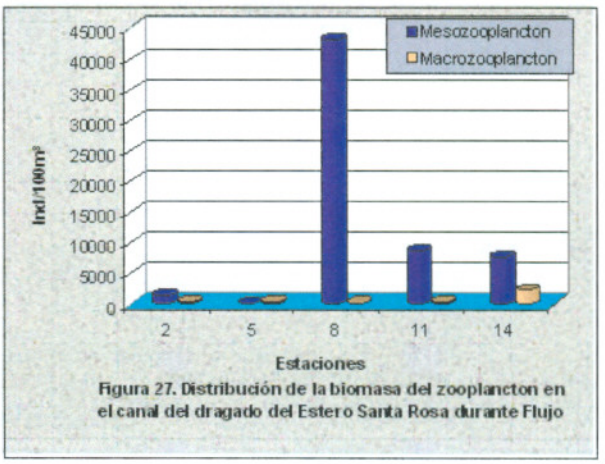


Figura 27. Distribución de la biomasa del zooplancton en el canal del dragado del Estero Santa Rosa durante Flujo

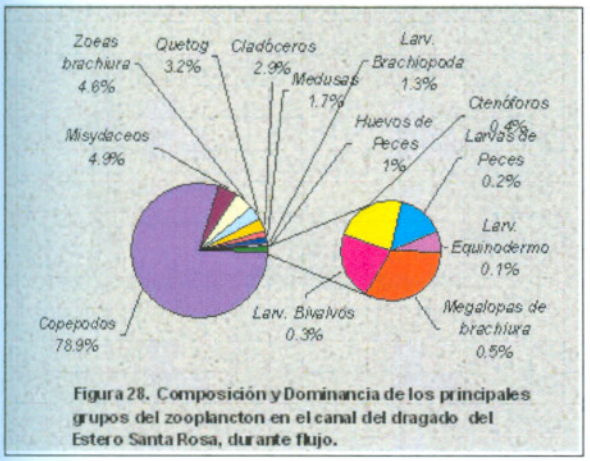


Figura 28. Composición y Dominancia de los principales grupos del zooplancton en el canal del dragado del Estero Santa Rosa, durante flujo.

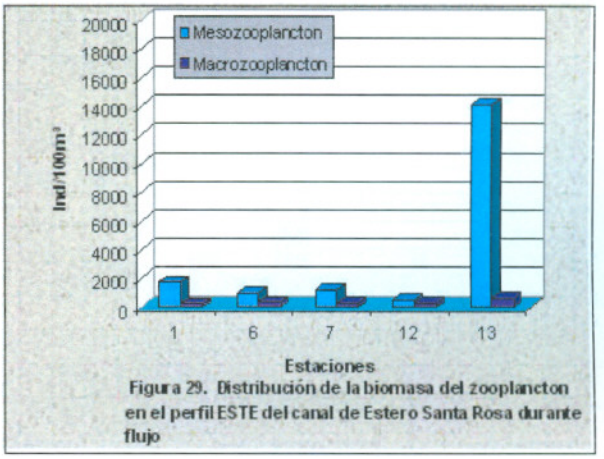


Figura 29. Distribución de la biomasa del zooplancton en el perfil ESTE del canal de Estero Santa Rosa durante flujo

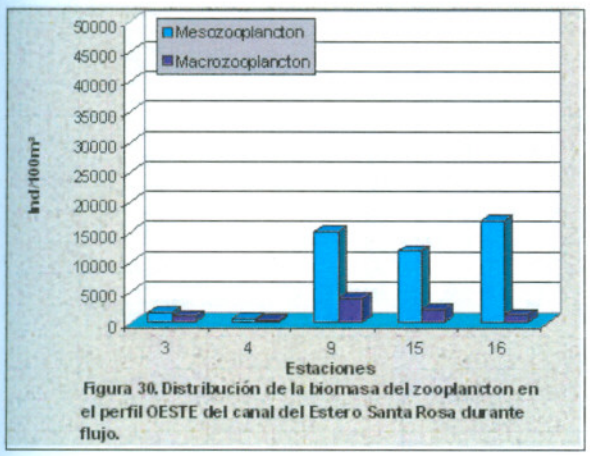


Figura 30. Distribución de la biomasa del zooplancton en el perfil OESTE del canal del Estero Santa Rosa durante flujo.

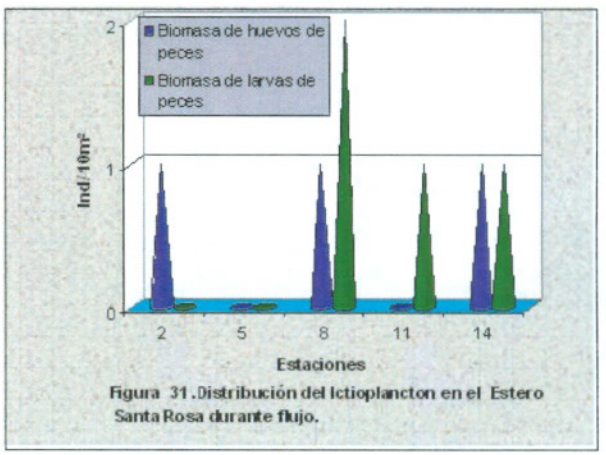


Figura 31. Distribución del Ictioplancton en el Estero Santa Rosa durante flujo.

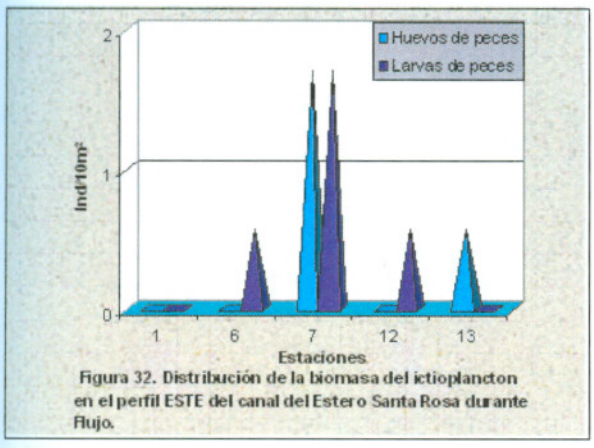


Figura 32. Distribución de la biomasa del ictioplancton en el perfil ESTE del canal del Estero Santa Rosa durante Flujo.

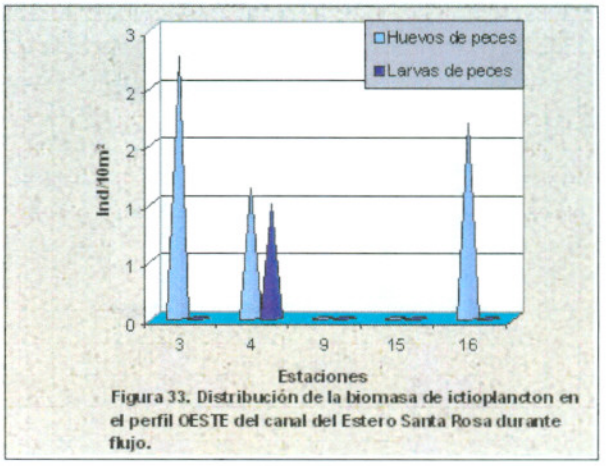


Figura 33. Distribución de la biomasa de ictioplancton en el perfil OESTE del canal del Estero Santa Rosa durante flujo.

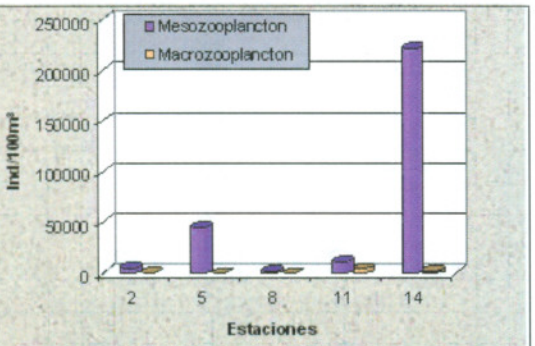


Figura 34. Distribución de la biomasa del zooplancton en el Estero Santa Rosa durante el Reflujo

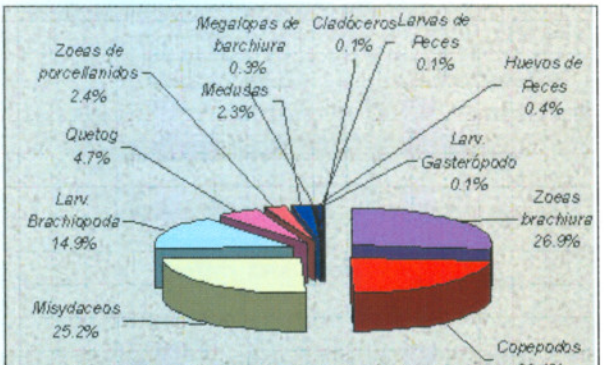


Figura 35. Composición y Dominancia del Zooplancton en el canal del dragado en el estero de Santa Rosa, durante reflujo

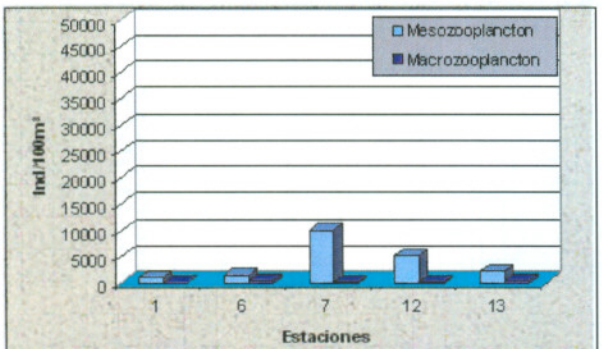


Figura 36. Distribución de la biomasa del zooplancton en el perfil ESTE del canal de Estero Santa Rosa durante Reflujo

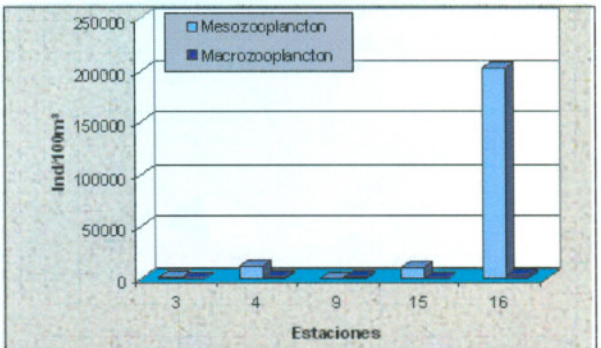


Figura 37. Distribución de la biomasa del zooplancton en el perfil OESTE del canal de Estero Santa Rosa durante Reflujo.

Figura 38 . Distribución del Ictioplancton en el Estero Santa Rosa durante reflujo

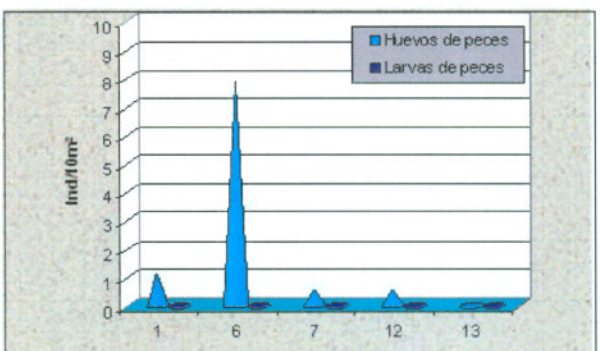


Figura 39. Distribución de la biomasa del ictioplancton en el perfil ESTE del canal del Estero Santa Rosa durante reflujo

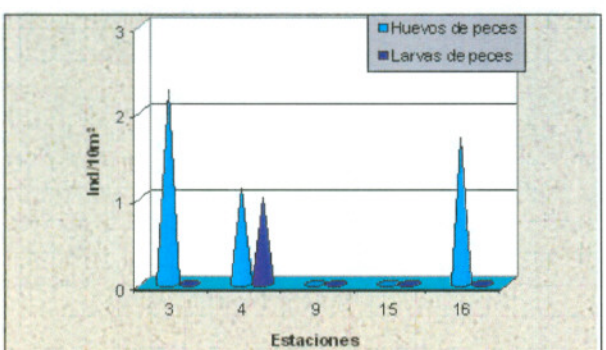


Figura 40. Distribución de la biomasa del ictioplancton en el perfil OESTE del canal del Estero Santa Rosa durante reflujo

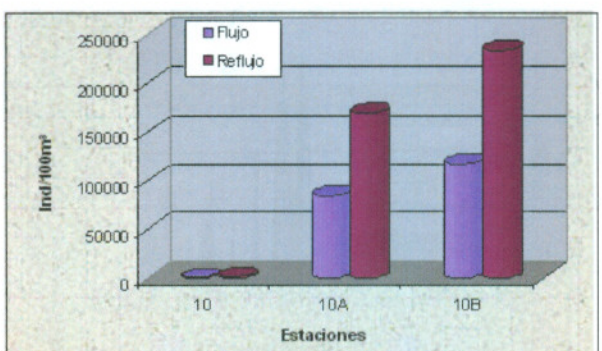


Figura 41. Distribución de la biomasa del zooplancton en el Estero Jambelidurante flujo y reflujo

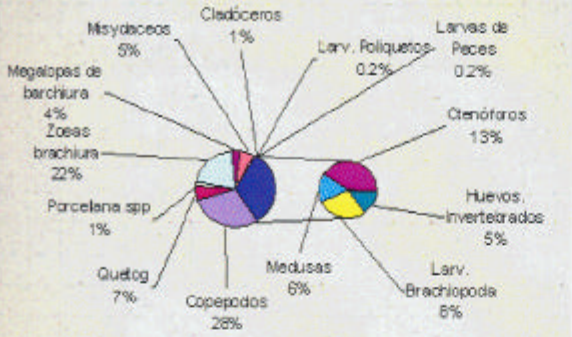


Figura 42. Dominancia de los principales gupos del zooplancton en el área de Jambelí durante Flujo y Reflujo.

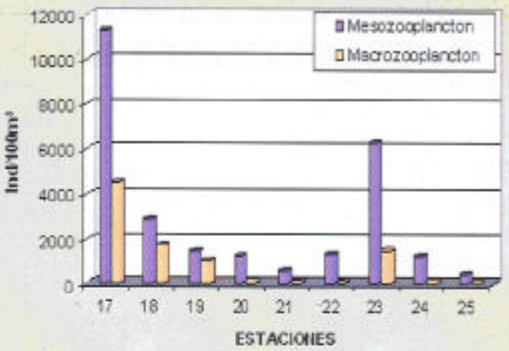


Figura 43. Distribución de la biomasa del zooplancton en la desembocadura del rio Jubones durante flujo.

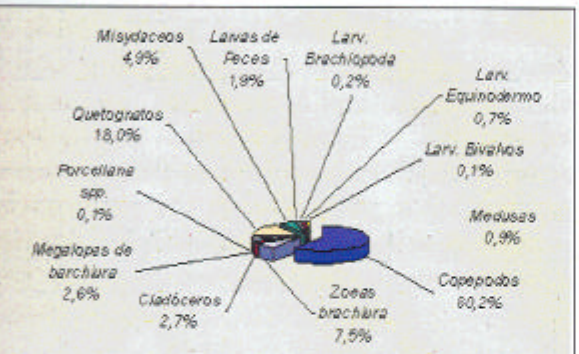


Figura 44. Composición y dominancia del zooplancton en el area de la desembocadura del Río Jubones durante flujo

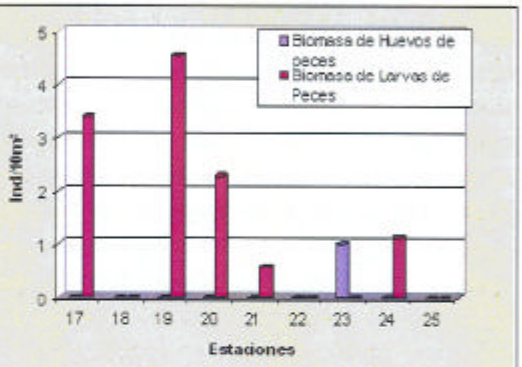


Figura 45. Abundancia del ictioplancton en el área de Rio Jubones, durante flujo

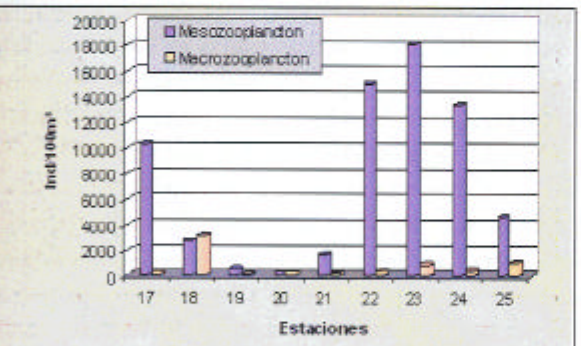


Figura 46. Distribución de la biomasa del zooplancton en la desembocadura de Río Jubones durante Reflujo.

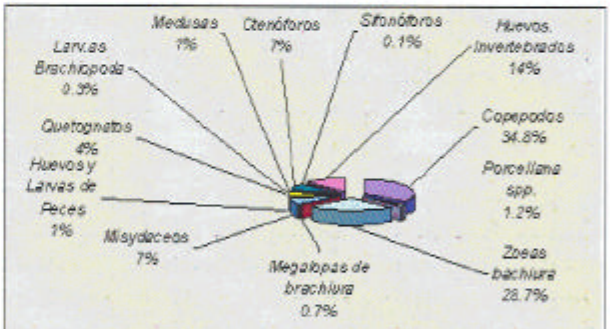


Figura 47. Composición y dominancia del zooplancton en la desembocadura del Río Jubones durante reflujo.

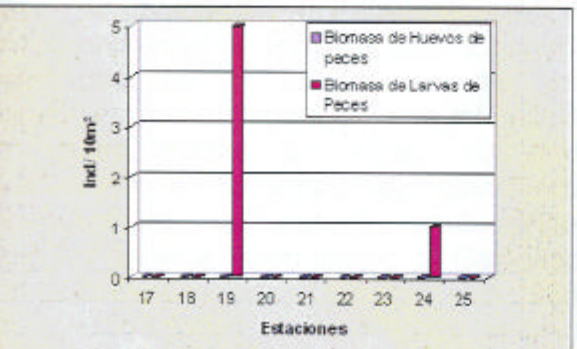


Figura 48. Abundancia del ictioplancton en el área de la desembocadura del Río Jubones, durante reflujo.

RELACIÓN FITOPLANCTON-ZOOPLANCTON EN EL PACÍFICO ECUATORIAL (ECUADOR), DURANTE SEPTIEMBRE 2001

Por:
Gladys Torres (1), Mariuxi Mero (2),
Tania Calderón (2) , Vanessa Franco (2),
y Elsa Salazar (2)

ABSTRACT

The present research corresponds to the cruise carried out by the Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy in September 2001, between 89°W - 81°1W and 1°N - 3°3S. The distribution of plankton populations associated with upwelling areas of the coastal brunch of the Humboldt Current in the Gulf of Guayaquil, and toward the Galapagos, upwelling of the Cromwell Current, forming patches in the central region and toward the Gulf of Guayaquil, is described. Increased phytoplankton (diatoms) production was found south of the equatorial region, coincident with the presence of dinoflagellates species of warm-oceanic waters allowing slight mixed areas. The higher abundance of zooplankton (copepods) were found to the east of the Galapagos Islands, decreasing toward the continent. These bio-geographic conditions point to higher productivity areas to the south and lower productivity areas to the north of the studied area, characterized by the position of the Equatorial Front. A patch the high biological productivity was also evidenced in the oceanic region, atypical condition associated to the global cooling of the La Niña event, and/or advances of upwelling waters toward the continent, processes of great importance for the pelagic resources of Ecuador.

RESUMEN

La presente investigación corresponde al Crucero Oceanográfico del Instituto Oceanográfico de la Armada, realizado en septiembre/2001 en el área geográfica comprendida entre 89°W y 81°1W; desde 1°N hasta 3°3S. Se describe la distribución de las poblaciones planctónicas que estuvieron asociadas con áreas de afloramiento del ramal costero de la Corriente de Humboldt en el Golfo de Guayaquil y hacia el este de Galápagos con aguas afloradas de la Corriente de Cromwell, formando parches en la región central y hacia el Golfo de Guayaquil. La mayor producción del fitoplancton (diatomeas) fue hacia el sur de la región ecuatorial coincidente con la presencia de dinoflagelados de condiciones cálido-oceánicas permitiendo ligeras zonas de mezcla. La mayor densidad del zooplancton (copépodos) se localizó hacia el este de Galápagos disminuyendo hacia el continente. Estas condiciones bio-oceanográficas dan un breve diagnóstico sobre áreas de mayor productividad al sur del área de estudio y la menor hacia el norte caracterizada por la posición del Frente Ecuatorial; también se evidenció un parche en la región oceánica, condición atípica asociada al enfriamiento global del evento La Niña y/o avances de aguas afloradas desde el oeste hacia el continente, procesos de gran importancia que inciden en los recursos pelágicos del Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones oceáno-atmosféricas correspondientes al Pacífico Este Ecuatorial repercuten en el ecosistema del mar ecuatoriano como producto de la interacción de varias masas de agua, incidiendo directamente en la componente planctónica, localizándose la mayor productividad biológica hacia la región Insular de Galápagos y al Golfo de Guayaquil (Torres y Tapia 1998). En investigaciones biológicas con estudios plantonológicos (fitoplancton y zooplancton), es posible encontrar si las especies planctónicas monitoreadas serían indicadoras de las condiciones cálidas y/o del afloramiento como un proceso natural de gran escala del Océano Pacífico Ecuatorial. El fitoplancton es afectado por las corrientes, que es un buen indicador de la alta o baja productividad en el mar; viven asociados a las capas superficiales iluminadas por la acción solar y sus procesos bio-químicos complican su interpretación ecológica, sobre todo cuando ocurren cambios en el mar como surgencias, divergencias y otros (Man and

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. P.O. BOX: 5940, Base Naval Sur - Vía Pto. Marítimo, e-mail: gtorres@inocar.mil.ec

Lazier, 1991). La abundancia y distribución de parches de productores biológicos en el océano, son importantes soportes energéticos para el pastoreo de copépodos herbívoros más dominantes y subsecuentemente para los recursos marinos (Miralto et al., 1999), como la sardina (McFarlane y Beamish, 1999)

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de la bio-oceanografía del mar ecuatoriano, forma parte del Proyecto de Monitoreo de las condiciones oceanográficas en el mar ecuatoriano y su relación con eventos de El Niño, realizadas en el B/I ORION del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) en septiembre-octubre 2001, como un aporte a la comunidad científica.

PROCEDIMIENTOS

Las muestras para clorofila "a" fueron obtenidas desde una roseta multimuestreadora, el contenido de muestras fue de un litro de agua en los niveles de 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 metros de profundidad, las muestras fueron filtradas con una bomba al vacío a través de filtros de fibra de vidrio Whatman (0.40 micras). Los filtros fueron colocados en 10 ml. de acetona al 90% en frascos de vidrio de 25 ml. y cubiertos con papel aluminio bajo refrigeración por 24 horas. En un fluorómetro TURNER DESIGNS se leyeron las densidades ópticas de clorofila "a", se adicionó 2 gotas de ácido clorhídrico al 5% para convertir la clorofila "a" en feopigmentos. Para los cálculos de clorofila y feopigmentos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 75 (1966).

El análisis cualitativo o bio-indicadores del fitoplancton y zooplancton, se realizaron arrastres superficiales con una red de 55m y 335 m por 10 minutos con una velocidad de 2 nudos. Por primera vez se realizaron arrastres estratificados (red tipo cónica de 63m con cierre automático mediante mensajero, con 60 cm de diámetro de boca y 2 m de longitud) desde 25-50 m y 75-100 m de profundidad con el buque sin movimiento. Arrastres oblicuos desde 150 m de profundidad con velocidad del buque constante de 2 nudos por un tiempo de 10 minutos usando red de 335 y 600 m. Todo el material planctónico fue preservado con formalina neutralizada con bórax al 3% (fitoplancton) y 5% (zooplancton).

Para el análisis del fitoplancton se procesaron las muestras siguiendo la metodología de Semina (1978), los datos fueron expresados en cel/m^3. Se obtuvieron porcentajes individuales tanto para diatomeas, dinoflagelados y otros. Para el análisis del zooplancton, se separo los organismos gelatinosos grande y luego se utilizó un separador de Folson para obtener alícuotas representativas de 50ml, se procedió a cuantificar los grupos zooplanctónicos y la cantidad de especímenes se estandarizó a 100 m^3. Para la taxonomía del plancton se realizó siguiendo los trabajos de Jiménez (1983a-b), Pesantes (1983), Zambrano (1983), Cupp (1943), Taylor (1976), Balech (1988), Boltovskoy (1981); trabajos citados en Torres y Tapia (este texto).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio para la fecha de septiembre/2001 correspondió a la época seca, sin embargo, esta región ha estado influenciada por masas de aguas frías correspondientes al evento regional de La Niña (INOCAR, 2001). El área geográfica del segundo Crucero Oceanográfico fue entre 89°00'W y 81°10'W; y desde los 1°N hasta 3°30'S fue realizado en septiembre del 2001 (Fig. 1). Los resultados subsuperficiales fueron representados en secciones a lo largo de los meridianos 85°W y 89°W entre 1°0N y 3°3S; en la sección 81°W se presentaron estratos verticales independientes para las estaciones 4 y 5.

RESULTADOS

Distribución superficial de clorofila "a"

La mayor biomasa de clorofila (1.117 mg/m^3) se localizó hacia el Golfo de Guayaquil (Fig. 2), área considerada como un estuario de alta productividad biológica, asociado al aporte nutricional del ramal costero de la Corriente de Humboldt y del Golfo. Sin embargo,

también se evidenciaron ligeros núcleos >0.5 en la parte oceánica (sección 85°W), posiblemente como un remanente de las condiciones de la Corriente de Cromwell al pasar por las Islas Galápagos y su avance hacia el continente y/o al ramal oceánico de la Corriente de Humboldt.

En la parte costera (sección 81°10´ W), la distribución de clorofila de sur a norte va disminuyendo con un ligero pronunciamiento entre 1° sur y 0° con densidades entre 0.6 a 0.16 mg/m^3, posiblemente asociado al encuentro de masas de aguas cálidas del norte, que están evidenciando la posición de un Frente Ecuatorial. En la sección 85°W, también se observó un núcleo de clorofila entre 0.688 y 0.42 mg/m^3 entre los 0° y 2°sur, mientras que a los extremos norte y sur de esta sección se observaron bajas densidades de clorofila propias del área oceánica con rangos entre 0.16 y 0.19 mg/m^3. En la sección 89°W, se observó un ligero núcleo de clorofila de 0.46 mg/m^3 situado a 1°sur, hacia el norte se registraron las menores densidades entre 0.17-0.18 mg/m^3; y hacia el sur de la sección las densidades de clorofila oscilaron entre 0.26-0.38 mg/m^3.

Distribución subsuperficial de Clorofila

En la sección costera (81°W) se obtuvieron datos completos solo entre la latitud 1°S a 1°N (Fig. 3); la mayor concentración de clorofila (0.37-0.39 mg/m^3) se localizó entre los 20 y 30 m de profundidad hacia 1°S; mientras que hacia el norte progresivamente se va profundizando hasta los 40m (Est.4 y 5). El mayor contenido clorofílico fue sobre la termoclina bien definida con un gradiente térmico bien diferenciado (entre 7.7-8.4 °C). En la sección 85°W, hacia el sur los valores clorofílicos fueron casi homogéneos en la columna de los 50m con una termoclina poco definida y al norte fue solo hacia los 30 m coincidente con una fuerte termoclina; en la parte central de esta sección se observaron núcleos de clorofila en la capa de los 0 m a 30 m de profundidad (Fig. 4), como producto de ligeras advecciones de aguas ricas en nutrientes (silicato), provocando un bloom del fitoplancton (principalmente diatomeas), no propias para el área oceánica. En la sección 89°W (Fig. 4), se observaron ligeros núcleos entre los 10 y 20 m de profundidad (2° y 1°S); otro núcleo bajo los 40 m de profundidad en toda la sección; hacia el norte la mayor concentración se ubicó bajo la termoclina; y hacia el sur los valores de clorofila fueron bajos (<0.1 mg/m^3), algo poco usual cuando los valores de temperatura fueron los más bajos del área de estudio, posiblemente estas condiciones fueron muy recientes y la capacidad fotosintética fue baja.

Distribución del Fitoplancton como Indicador Biológico (red 55u)

Se registraron 135 especies, representadas principalmente por diatomeas Centricae (60%) y Pennatae (34%); los dinoflagelados (5%), otros (1%); con relación a especies, la mayor diversidad fue para los dinoflagelados (67 especies); diatomeas (56) en otros se incluyeron algunos tintinnidos (8), silicoflagelados (2) y una especie de cianofita (*Oscillatoria sp.*).

La distribución de las diatomeas Centricae fueron dominantes hacia el Golfo de Guayaquil (Fig. 5-A), caracterizada por especies de condiciones frías y neríticas como *Chaetoceros affinis, C. curvisertus, C. peruvianus, Climacodium frauenfeldianum, Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia imbricata, R. styliformis, R. hebetata, Probosia alata, R. stolterfothil;* sin embargo, estas especies tienen diferencias en sus núcleos de distribución hacia el continente (Fig. 6). Las diatomeas del grupo Pennatae (Fig. 5-B), su mayor densidad fue localizada desde la sección 89°S y hacia los 85°W (1°S), posiblemente su mayor densidad esta relacionada con el aporte del afloramiento de la Corriente de Cromwell que disminuyen hacia el continente. En la sección 85°W (2°S), se presentaron vientos fuertes, donde se evidenciaron núcleos de fitoplancton posiblemente por el aporte de la otra corriente (Humboldt). Las principales especies fueron del género *Psudonitzschias* (*P. delicatissima, P. longissima, y P. pungens*), indicadoras de aguas afloradas que prevalecieron predominantes (Fig. 7); otra especie frecuente fue *Thalassiotrix mediteranea.*

El grupo de los dinoflagelados presentó la mayor diversidad de especies y su frecuencia

de abundancia fue menor al de las diatomeas (Fig. 5-C). Las principales especies que caracterizaron condiciones cálido-oceánicas en orden de mayor frecuencia fueron *Certatium tripos, Pyrocystis lunula, Blefarocysta splendor-maris, Ceratium trichoceros, Goniodoma polyedricum, Protoperidinium elegans, P. quarnerense, C. pentagunum var tenerum, Ornithocerus quadratus, O. steinii, P. noctiluca, P. fusiformis.* Sin embargo, la distribución de estas especies en áreas cercanas al continente estaria evidenciando ligeros avances de aguas cálidas o masas de aguas atrapadas con menor densidad al sur y norte de la sección 81°S (Fig. 8), estuvieron representadas por las siguientes especies: *P. quarnerence, C. trichoceros, P. elegans, Amphisolenia bidentata, C. tripos y P. depressum.* En la sección 85°W se evidenció un núcleo de abundancia de dinoflagelados bien marcado (1°S) para el área de estudio, su composición específica fueron *P. lunula, C. tripos, G. polyedricum, B. splendor-maris, C. azoricum, C. trichoceros, C. pentagunum var tenerum, C. horridum, C. candelabrum, C. deflexum, C. fusus.*

DISTRIBUCIÓN SUBSUPERFICIAL (Red Estratificada entre 25-50m)

Se encontraron un total de 119 especies de fitoplancton, con dominancia de diatomeas (Centricae-Pennatae), dinoflagelados y otros. Las especies de diatomeas más frecuentes fueron *Thalassiosira subtiles, C. affinis, C. curvisetus, P. longissima, P. pungens y R. imbricata.* La mayor densidad de fitoplancton se localizó hacia las estaciones 8 y 12. En estos núcleos de mayor biomasa del fitoplancton, la posición de la termoclina y nutriclina fue poco definida a los 10m de profundidad.

En el grupo de los dinoflagelados presentaron algunos núcleos, en la sección 81°10´W, la mayor densidad de se observó en la estación 3 y 4, y presentó mayor variabilidad térmica entre 15.63 – 25.09°C y salinidad entre 33.11 y 35.20. En la sección 85°W la mayor densidad se observó en la estación 8. A los 89°W se observaron dos núcleos uno en la estación 12 (2°Sur) y otro en las estaciones 14 y 15 (0° y 1°N). Las especies de estos núcleos fueron *Pyrocystys noctiluca, P. quarnerence, B. splendor-maris, C. trichoceros, C. masilience, C. contortum y P. fusiformis* (81°W); *P. noctiluca, Pyrophacus steinii, A. bidentata, B. splendor-maris, C. candelabrum, C. masciliense, C. trichoceros, P. lunula* (85°W); el núcleo en la estación 12, fue formado principalmente por *B. splendor-maris* asociado con *C. azoricum, P. fusiformis y P. noctiluca;* mientras que hacia el norte de la sección 89°W la dominancia fue para *P. noctiluca, P. elegans, Pyrophacus steinii, O. steinii.* La distribución de estas especies en este nivel de profundidad, posiblemente indicaría una zona continua de mezclas de masas de aguas cálidas, con ligeras diferenciaciones de algunos grupos de dinoflagelados. La condición ambiental térmica (con excepción de las estaciones 4-5) de estos núcleos, osciló entre 15.25 y 19.01°C; con salinidad entre 35.03 y 35.83 ups; silicato (7.83-22.89 ug.at/l); nitrato (13.48-20.56 ug.at/l), fosfato (1.14-1.73 ug.at/l).

DISTRIBUCIÓN SUBSUPERFICIAL (Red Estratificada entre 50-100m)

Con la red estratificada se realizaron algunas observaciones en la sección 81°10´ W y 85°W, no se realizaron muestreos en la sección 89°W debido a la corriente muy fuerte formando un ángulo de la red mayor a 50° y dificultándose el proceso del cierre automático. Se encontraron 97 especies de fitoplancton, con dominancia de diatomeas Centricae (77%), diatomeas Pennatae (21%) y dinoflagelados con el 2%. La mayor densidad de diatomeas fue localizada en la estación 8, y ligeramente hacia la estación 7 y 3; las principales especies fueron *P. pungens, C. affinis, C. curvisetus, C. peruvianus, R. imbricata, P. delicatissima y P. longissima.* Entre los dinoflagelados se registró la abundancia de *P. lunula* (Est. 8), asociada a la presencia de *P. noctiluca, P. fusiformis, C. trichoceros, P. elegans, P. quarnerence y C. deflexum.* En la Tabla 1, se presenta un resumen donde se observó una ligera sucesión en las especies más abundantes y frecuentes del fitoplancton y su diferenciación con las superficiales.

La condición ambiental de estos núcleos de

fitoplancton (50-100 m) fueron casi estables, con promedios de 14.9°C; salinidad de 35.0 UPS; silicato de 21.6 ug.at/l; nitrato de 21.8 ug.at/l; fosfato de 1.7 ug.at/l; oxígeno de 1.9 ml/l.

Distribución del Zooplancton

Superficial (335u)

La mayor biomasa de zooplancton se localizó hacia la sección 89°W, principalmente en las estaciones 11, 14 y 13; y otro núcleo hacia el Golfo de Guayaquil (Fig. 9), fue representada principalmente por los copépodos con el 89% (Fig. 10). Los otros grupos principales componentes de esta biomasa fueron los quetognatos (2%), misidáceos (2%); apendicularios, amphípodos, sifonóforos, radiolarios estuvieron representandos con el 1%. La mayor densidad de los quetognatos (Fig. 11) fue hacia el sur de la sección 85°W, coincidente con la menor concentración de temperatura y mayor contenido de nutrientes. Los misidáceos presentaron un núcleo de alta concentración hacia el norte de la sección 89°W (Fig. 12).

Subsuperficial (oblicuo 335u)

La distribución de la mayor densidad de zooplancton se localizó en las estaciones 9 y 13, siendo el grupo dominante los copépodos con el 82 % correspondiente a una biomasa de 340 y 460 ml/1000 m^3 (Figs. 9 y 10); otros grupos dominantes fueron los quetognatos (4%), eufáusidos y misidáceos (3%), ostrácodos y amphípodos (2%), y los sifonóforos (1%). La mayor densidad de quetognatos se localizó al norte de las secciones 81°W y 89°W, con un ligero núcleo hacia el sur de la sección 85°W (Fig. 11). Se observó un núcleo de alta concentración de misidáceos en la est.13, para los eufáusidos su mayor densidad fue en la Est. 9 (Fig. 12).

Subsuperficial (oblicuo 600u)

La mayor densidad de zooplancton se localizó hacia el este de Galápagos (sección 89°W) con la dominancia de los copépodos (84%) con una biomasa entre 150-170 ml/1000 m^3 (Figs. 9 y 10); otros grupos dominantes fueron los misidáceos (5%), quetognatos (4%), amphípodos y eufáusidos (2%), ostrácodos y sifonóforos (1%). La distribución de quetognatos presentó un núcleo de alta densidad en la est. 13 al igual que los amphípodos y eufáusidos (Fig. 12). Los misidáceos fueron dominantes al sur de la sección 85°W y ligeramente en la Estación 13.

Huevos y larvas de peces

Estos estadios del ictioplancton presentaron bajas densidades de la biomasa total (<1 ml/1000 m^3); sin embargo, la tendencia de concentración para huevos de peces fue hacia el norte de las secciones 89°W y 81°10´ W con red de 335µ (Fig. 13), mientras que con 600µ se observaron núcleos en las estaciones 12 y 13, siendo coincidentes con la distribución de los quetognatos. Con la densidad de larvas de peces se observaron ligeros núcleos en las estaciones 10, 7 y 4, con 335µ, y en las estaciones 4 y 13 con red de 600µ (Fig. 13). La diferenciación en la distribución de las mayores densidades en las dos redes (335µ y 600µ), se debería al tamaño de los organismos y las migraciones nictemerales.

DISCUSIONES

La mayor biomasa de clorofila se localizó hacia el Golfo de Guayaquil, área considerada como un estuario de alta productividad biológica y asociado al aporte nutricional del ramal costero de la Corriente de Humboldt. Sin embargo, también se evidenciaron ligeros núcleos >0.5 mg/m^3 en la parte oceánica (85°W) coincidente con alta biomasa de diatomeas, posiblemente como un remanente de las condiciones de la Corriente de Cromwell al pasar por las Islas Galápagos y su avance hacia el continente como ondas Kelvin (Zambrano, 1998). La respuesta biológica con núcleos o parches de alta biomasa en zonas de mezcla entre masas de aguas cálido/frías del Frente Ecuatorial, tiene especial importancia en el alimento para la

sobrevivencia adecuada de la pesca pelágica debido a la presencia de ballenas piloto, delfines que fueron coincidentes con estos núcleos oceánicos (hacia el este de San Cristóbal y en la parte central de la sección 85°W). La menor concentración de clorofila <0.3 mg/m^3, se ubicaron al norte de toda el área de estudio y hacia la parte sudoeste, valores típicos que se podrían asociar a la presencia de masas de aguas superficiales del Pacífico Tropical Este según Jiménez (1981).

El núcleo de mayor contenido de clorofila no fue coincidente con el núcleo de mayor biomasa del zooplancton, pero si coincide con un ligero núcleo de diatomeas Pennatae (red 55u). Similar resultado fue reportado en mayo 1995 por Luzuriaga-Cruz et al., (1998). Condiciones planctónicas que podrían ser "atípicas" con lo mencionado por Holmes et al.,(1957) en Jiménez (1976), registraron áreas de alta productividad (clorofila y zooplancton) en estas zonas del Pacífico Tropical. Así mismo, Miralto et al., (1999), mencionan que el bloom de diatomeas han sido ampliamente registrados como la base de la cadena alimenticia involucrando los copépodos y direccionado hacia los peces; sin embargo en sus experimentos (diatomeas y copépodos) demostraron una baja viabilidad en los embriones de copépodos causados por las toxinas de *P. delicatissima, S. costatum, Thalassiosira rotula* y algunos dinoflagelados. Nuestros resultados coinciden con la abundancia de algunas especies de *Pseudonitzchia*, que serían enfoques para nuevos estudios en el mar ecuatoriano.

T. subtilis es una de las especies que caracterizan áreas de afloramiento (Jiménez, 1981), podría evidenciar que en nuestros resultados existió un hundimiento de esta especie por ser la más abundante entre 25-50m con núcleos hacia la parte sur de 1°S en la sección costera y la oceánica (Fig. 9), pero no hacia Galápagos; esta distribución permite visualizar que esta especie sería indicadora de la Corriente costera de Humboldt y posiblemente también del ramal oceánico. Otras especies como el grupo de *Pseudonitzschias* estarían caracterizando áreas del afloramiento de la Corriente de Cromwell.

Las muestras obtenidas con red de 63u con cierre automático, fue abundante el fitoplancton en la capa subsuperficial (25-50 m) evidenciando el efecto de hundimiento bajo la termoclina y nutriclina y muy ligero entre los 50 y 100m; esto fue sorprendente aún más para los dinoflagelados. Sin embargo, Jiménez (1976) menciona que Marshall (1972) en el crucero R/V TE VEGA realizado en agosto/1968, encontró que las diatomeas eran más comunes hasta los 300 m de profundidad y en superficie presentaron bajas concentraciones.

Con relación a la distribución vertical del Zooplancton (aunque las estaciones fueron tanto diurnas como nocturnas), la mayor densidad de algunos grupos presentó diferencias latitudinales. El principal grupo fue los copépodos abundantes tanto en superficie como subsuperficialmente, pero la mayor densidad fue hacia los estratos inferiores (150m). Los quetognatos, eufáusidos, misidáceos presentaron una mayor preferencia por aguas profundas y muy poco en las superficiales.

El zooplancton gelatinoso (salpas, medusas, sifonóforos, ctenóforos y tunicados) fue escaso con relación a lo encontrado en el área de Galápagos en marzo/2001 en que fueron abundantes. Mills (1995), menciona que estos grupos están presentes cerca de la misma extensión del sistema de afloramiento como una región de baja productividad, además están presentes en todos los oceános del mundo y pueden tomar ventaja ecológica local (polución, sobrepesca u otros cambios ambientales).

CONCLUSIONES

El fitoplancton como organismos indicadores del ecosistema del Océano Pacífico (área de estudio) para septiembre 2001, han evidenciado una alta productividad biológica hacia el sur del Frente Ecuatorial (0° a 2°Sur), incluyendo áreas oceánicas como las secciones 85°W y 89°W, con núcleos altos de clorofila y diatomeas. Sin embargo, a nivel subsuperficial se observó un patrón de distribución diferente posiblemente asociado a las Corrientes frías de Humboldt y/o

Cromwell. La frecuencia y presencia de dinoflagelados (superficial y estratificado) de condiciones cálidas han evidenciando zonas de mezclas entre masas de aguas cálido-oceánicas y frías, con mayor frecuencia hacia el sur del Frente Ecuatorial con una termoclina poco definida.

El mayor contenido clorofílico no fue coincidente con la mayor densidad del zooplancton, pero si coincide ligeramente con las diatomeas pennadas. *T. subtilis* fue la especie que caracterizó el afloramiento (25-50m) asociado a la Corriente Humboldt. La abundancia de algunas especies de *Pseudonitzschia* estarían caracterizando el afloramiento de la Corriente Cromwell.

La mayor densidad zooplanctónica (335u) superficial y subsuperficial se localizó hacia la sección 89°W, como una respuesta a los procesos asociados al afloramiento ecuatorial oceánico al este de Galápagos. Los copépodos fueron el grupo dominante. Otros grupos representativos fueron los quetognatos, misidáceos, eufáusidos, amphípodos, ostrácodos. El zooplancton gelatinoso fue escaso con relación a marzo 2001. Los Huevos y Larvas de Peces presentaron bajas densidades y un patrón de distribución similar al de quetognatos. Todos los grupos presentaron una preferencia por aguas subsuperficiales (150 m).

Las condiciones ambientales térmicas presentaron un Frente Ecuatorial definido, con una respuesta biológica más alta hacia el sur y menor hacia el norte, coincidente con el mayor contenido nutricional. La termoclina presentó un patrón poco definido por los procesos de mezcla al sur del Frente Ecuatorial, pero al norte fue bien definida entre los 40 m.

Las investigaciones en la oceanografía biológica con estudios del fitoplancton y zooplancton, nos dan un breve diagnóstico del proceso natural del Océano Pacífico Ecuatoriano para septiembre 2001. La respuesta biológica presentó una cadena alimenticia formada por diatomeas céntricas y copépodos hacia el Golfo de Guayaquil; diatomeas pennadas y copépodos hacia Galápagos. Procesos alimentarios óptimos para los recursos pelágicos.

AGRADECIMIENTOS

A los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por realizar estas investigaciones y por la presente publicación. A la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad de Guayaquil) por las facilidades científicas con el INOCAR. Al Dr. R. Jiménez por la revisión y sugerencias del presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

INOCAR, 2001. *Informes de Cruceros correspondiente al CO-2-01.*

Jiménez R., 1976. *The Oceanography of the region north of the Ecuatorial front: Biological aspects. Presentado en Reunión de trabajo sobre el Fenómeno El Niño, FAO, Informes de Pesca, N°. 185: 335-348.*

Jiménez, R. 1981. *Composition and distibution of Phytoplankton in the upwelling system of the Galapagos Islands, INOCAR. In Coastal Upwelling. Ed. F. Richards, pp 327-337.*

Luzuriaga-Cruz, M., Elías E., y M. Flores, 1998. *Abundancia y distribución del ictioplancton, fito y zooplancton en el mar ecuatoriano en abril de 1995. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 9 (1):103-113.*

McFarlane and R. Beamish, 1999. *Sardines Return to British Columbia Waters. In Proceedings of The 1998 Science Board Symposium on "The Impacts of the 1997/98 El Niño Event on the North Pacific Ocean and Its Marginal Seas". Reports 12.*

Man K., and J. Lazier, 1991. *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological- Physical interactions in the oceans. Blackwell Scientific Publications Inc.*

Miralto A., Barone G., Romano G., Poulet S., Lanora A., Russos G., Buttino I., Mazzarellas G., Laabir M., Cabrini M., y M. Giacobbe. 1999. *The insidious effect of*

diatoms on copepod reproduction. Nature, 402:173-175.

Mills C. 1995. *Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. ICES J. mae. Sci., 52: 575-581*

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

Zambrano E., 1998. *Un análisis de la estructura termal de la Estación Costera "La Libertad" y su relación con los eventos ENOS.*

Superficial (om)	Vertical 25-50m	Vertical 50-100m
Pseudonitzschias	*T. subtiles*	*P.pungens*
C. affinis	*C. affinis*	*C. affinis*
C. curvisetus	*C. curvisetus*	*C. curvisetus*
C. peruvianus	*Pseudonitzschias*	*C. peruvianus*
L. danicus	*R. imbricata*	*R. imbricata*
Certatium tripos	*Pyrocystis noctiluca*	*Pyrocystis noctiluca*
Pyrocystis lunula	*P. quarnerence*	*P. fusiformis*
B.splendor-maris	*B. splendor-maris*	*C. trichoceros*

Tabla 1. Distribución vertical de las especies del fitoplancton más frecuentes

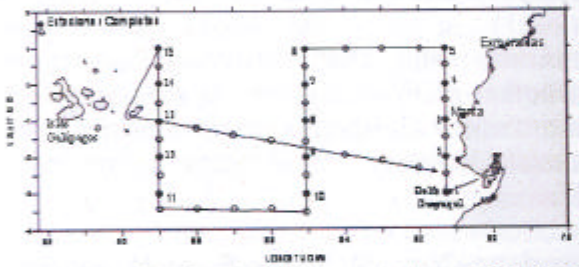


Figura 1.- Ubicación del área de estudio, correspondiendo solo a 15 estaciones completas realizado en septiembre/2001.

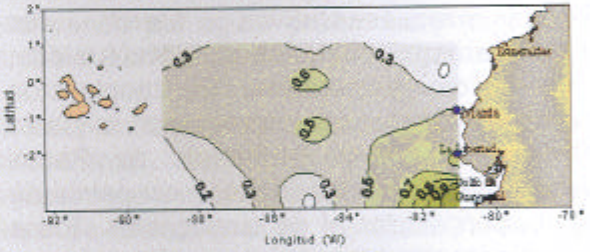


Figura 2.- Distribución de clorofila "a" (mg/m³) en septiembre/2001

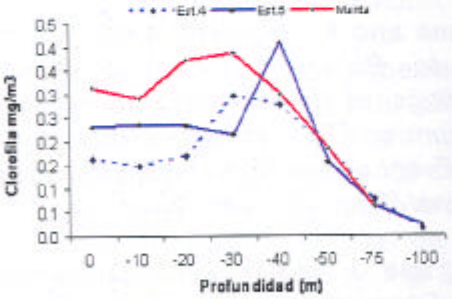


Figura 3.- Distribución vertical de clorofila "a" (mg/m³), en 3 estaciones correspondientes a la sección 81°W.

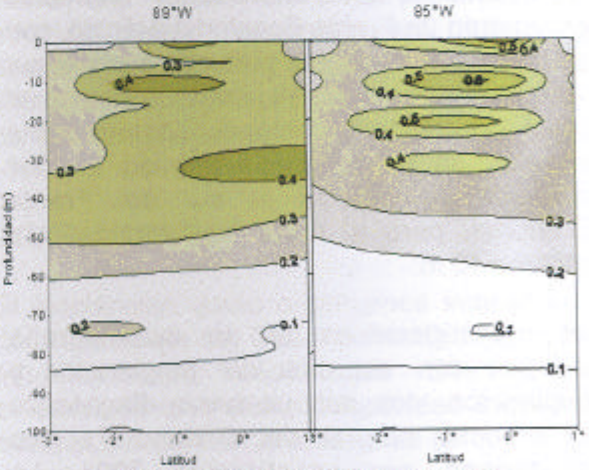


Figura 4.- Distribución subsuperficial de clorofila "a" (mg/m³), en las secciones 89°W y 85°W.

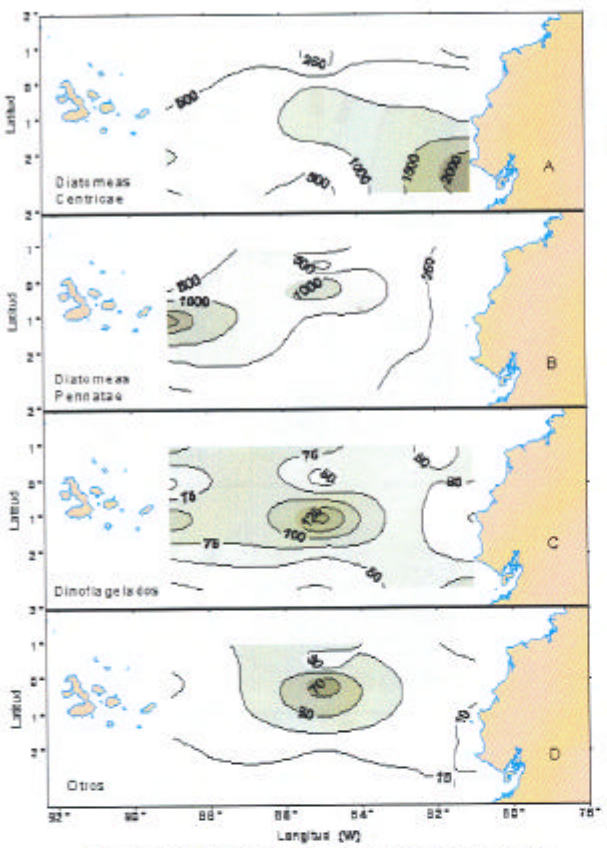


Figura 5.- Distribución superficial del los principales grupos del Fitoplancton (cel/m³), en septiembre/2001.

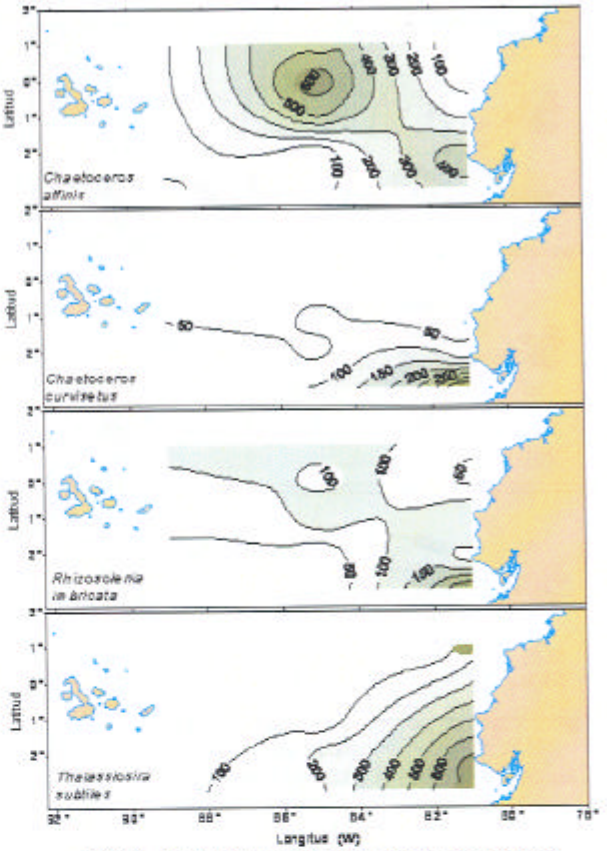


Figura 6.- Distribución superficial de las principales diatomeas Centricae (cel/m³), en septiembre/2001.

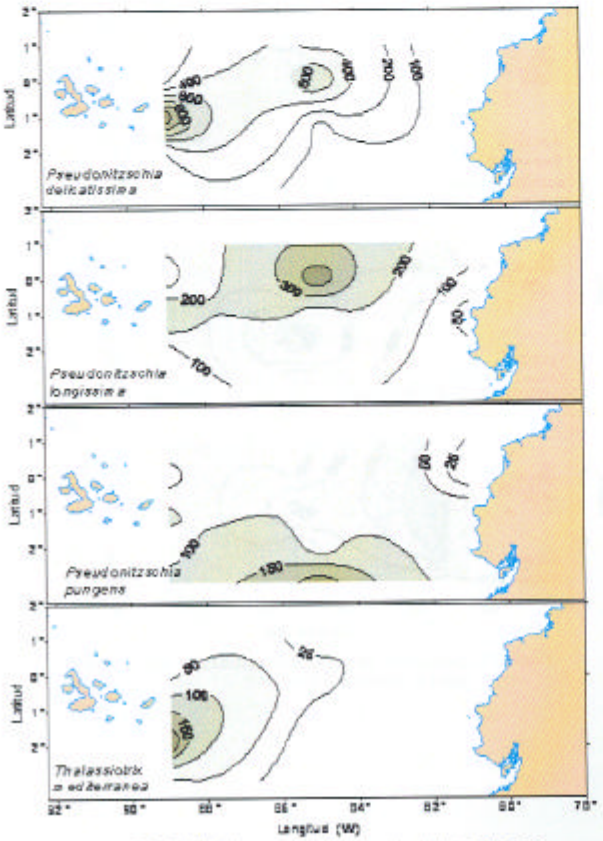


Figura 7.- Distribución superficial de las principales diatomeas Pennatae (cel/m³), en septiembre/2001.

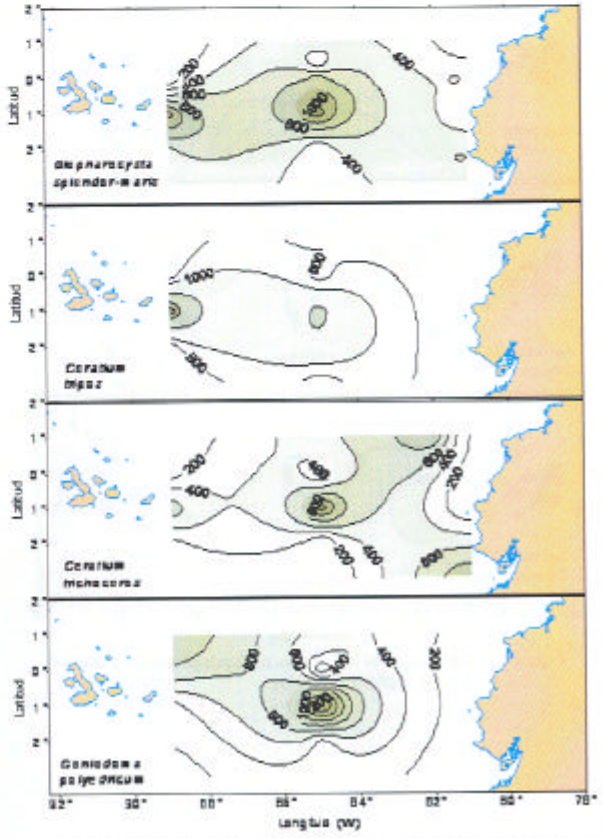


Figura 8.- Distribución superficial de las principales especies de Dinoflagelados (cel/m³), en septiembre/2001.

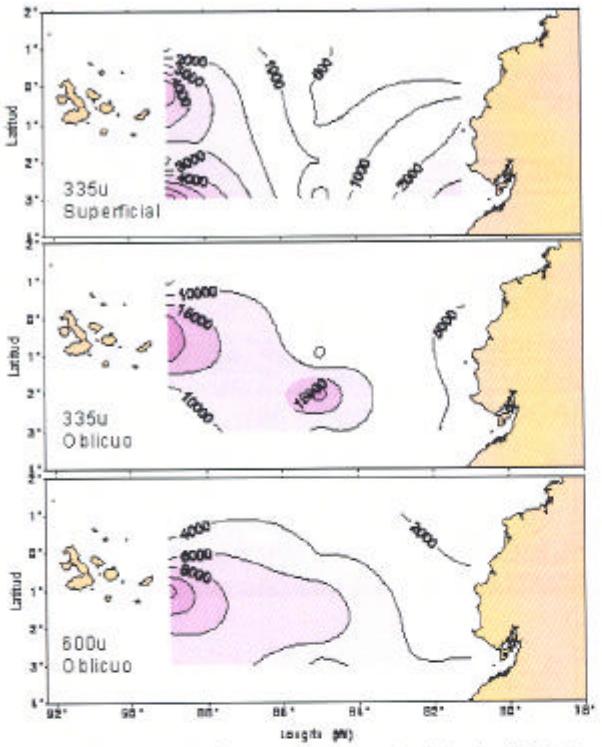


Figura 9.- Distribución de la biomasa zooplanctónica (org/1000m³), durante septiembre/2001.

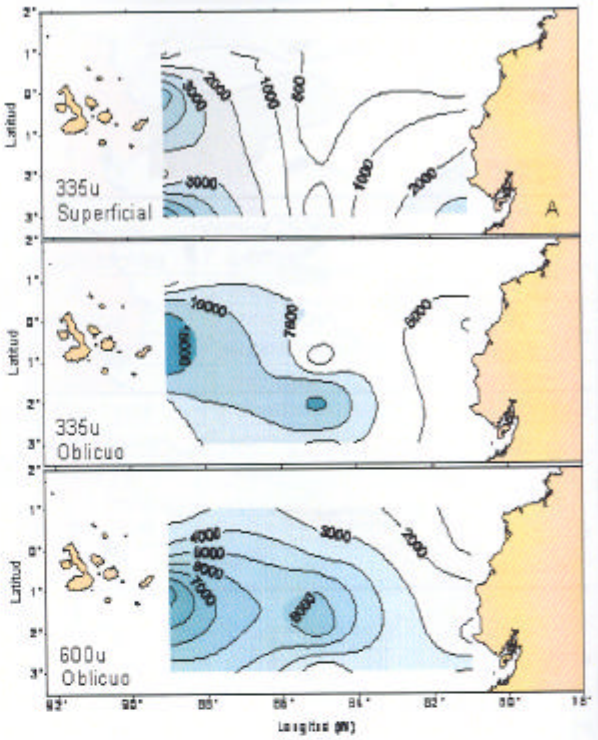


Figura 10.- Distribución de la biomasa de copépodos (org/1000m³), durante septiembre/2001.

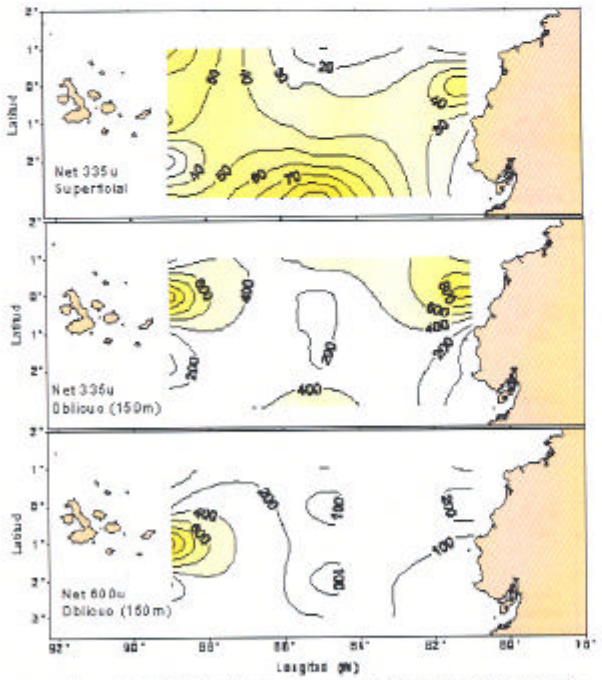


Figura 11.- Distribución de la biomasa de Quetognatos (org/1000m³), durante septiembre/2001.

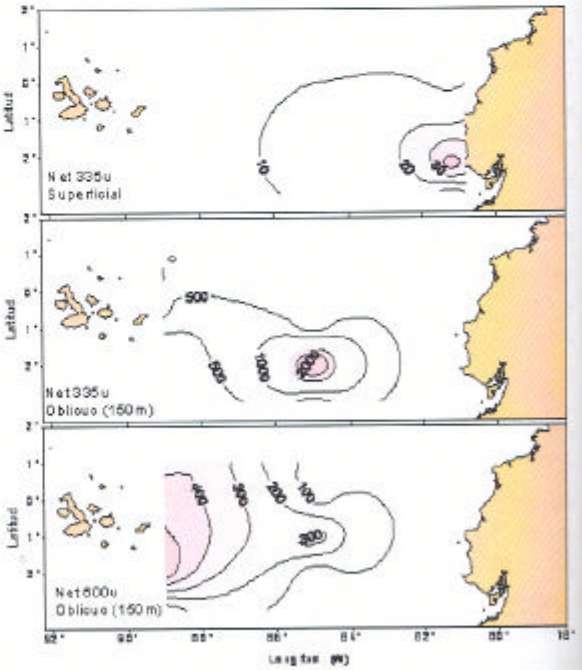


Figura 12.- Distribución de la biomasa de Eufaúsidos (org/1000m³), durante septiembre/2001.

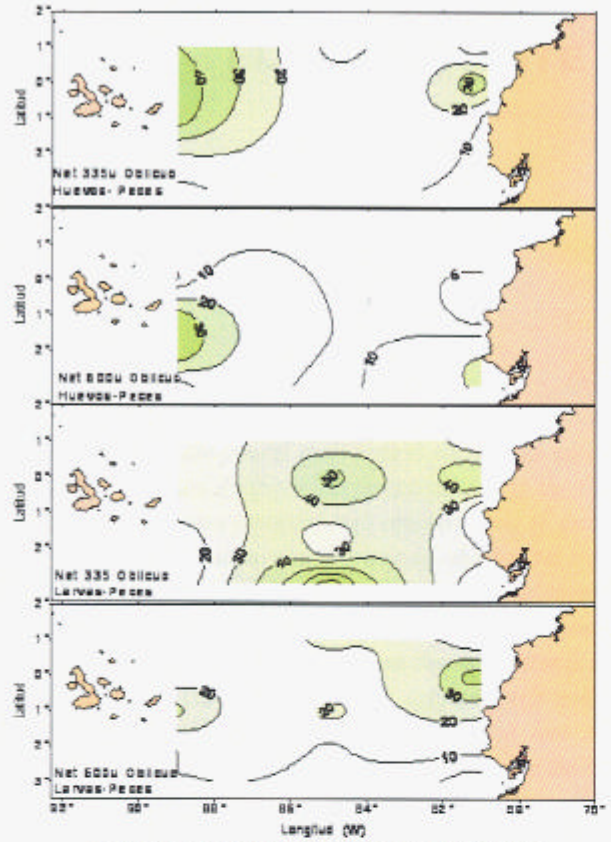


Figura 13.- Distribución de la biomasa de Huevos y Larvas de peces (org/1000m³), en septiembre/2001.

COMPOSICIÓN DEL PLANCTON EN LA PUNTILLA SANTA ELENA DURANTE AGOSTO 2002 (Ecuador)

Por:
Gladys Torres (1), Gregoria Calderón (2),
Vanessa Franco (2), Edson Cedeño (2),
Tannia Calderón y Elsa Salazar (2)

ABSTRACT

The objective of the present study was to carry out a assess of plankton productivity nearest of the Puntilla Santa Elena, for the projection of future Artificial Reefs, carried out by the Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy, during August 2002. The investigated area presented high concentrations of primary and secondary productivity in the column of water (0-10m), with certain daily fluctuation characteristic of the trophic coastal systems that shows the circulation of the coastal currents and submarine topography. The main alimentary complements were the centric diatoms with high chlorophyll (Phytoplankton); the copepods and cladocera were the representative in the second level trophic (Zooplankton). It was a high diversity of fish eggs and larvae, information that would confirm that this sector is an spawn area for this month. The high diversity of crustaceans larvae, makes show off that the substrates of artificial reefs will be an attraction for crabs, shrimp and other crustaceans. Although the stadiums of sessile benthic organisms presented low density of briozoos larvae, cirrepedios, shells (bivalve mollusks and gastropods), they would be those that would populate the superficial layer of the new artificial structures. These marine organisms of the food chain constitute an excellent natural resource for fish and invertebrate organisms, consequently the artificial reefs would be favorable for the reception of the sessile organisms (as macroalgae and corals) and refuge area to alimentary support for other organisms like the fish.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación de la productividad planctónica en las cercanías de la Puntilla Santa Elena, para la proyección de futuros Arrecifes Artificiales, realizado por el Instituto Oceanográfico durante agosto 2002. El área investigada presentó altas concentraciones de productividad primaria y secundaria en la columna de agua (0-10m), con cierta fluctuación diaria propia de los sistemas tróficos costeros que obedecen a la circulación de las corrientes costeras y topografía submarina. Los principales complementos alimentarios fueron las diatomeas céntricas con alto contenido de clorofila (Fitoplancton); los copépodos y cladóceros fueron los representativos en el segundo nivel trófico (zooplancton). Se encontró una alta diversidad de estadios iniciales de peces, información que confirmaría que este sector es una zona de desoves para este mes. La alta diversidad de estadios larvales de crustáceos, hace presumir que los sustratos de arrecifes artificiales serán una atracción para cangrejos, camarón brujo y otros crustáceos. Aunque los estadios de fauna bentónica sésil presentaron baja densidad de larvas de briozoos, cirrepedios, conchas (moluscos bivalvos y gasterópodos), serían los que poblarían la capa superficial de las nuevas estructuras artificiales. Estos organismos marinos de la cadena alimenticia constituyen un recurso natural excelente para peces e invertebrados, por consiguiente las estructuras artificiales serían propicias para la captación de los organismos sésiles (como macroalgas y corales), zona de refugio y de soporte alimentario para otros organismos como los peces.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marino-costeros de poca profundidad son muy complejos y de gran importancia como arrecifes de coral; sitios de macroalgas son nichos ecológicos para invertebrados bentónicos y peces; su interrelación con el ambiente (cambios climáticos, corrientes, etc.), han sido consideradas para el aprovechamiento de estructuras artificiales. Estas estructuras han servido como una herramienta básica para promover la seguridad de áreas de desoves de los principales recursos marinos locales (Dutton y Bengen, 2001). La mayoría de los recursos marinos están concentrados cerca de la zona costera donde habita la población humana. Por consiguiente, estos ecosistemas están

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. PO.BOX. 5940, Base Naval Sur-Vía Pto Marítimo, E-Mail gtorres@inocar.mil.ec
2 Facultad de Ciencias Naturales-Universidad de Guayaquil; Ave. 25 de Julio y Pio Jaramillo

siendo usados ampliamente para tratamientos de aguas domésticas, transporte naviero, pesca, eventos naturales, etc., presentando algunas desventajas en el medio acuático como problemas en la salud ambiental (impactos de sobrecarga de químicos), los cuales afectarían la dinámica y biodiversidad de la biota marina de la zona costera. En la actualidad, el entorno ambiental marino costero ha llamado la atención mundial a muchas entidades gubernamentales internacionales (CPPS, LOICZ, EPA, PNUMA, NOAA, RAMSA, OMS, GEOHAB), que están desarrollando programas de investigaciones que minimicen los impactos del entorno ambiental.

En Ecuador, estas investigaciones muy costeras (< 10 millas) han sido poco investigadas. Sin embargo, el aporte de los primeros estudios del plancton, han sido enunciadas por Marshall (1970-72), Jiménez (1975, 1976, 1977); Jiménez y Pesantes (1978), Jiménez y Bonilla (1980), han enfocado que cerca a la puntilla Santa Elena existe una gran variabilidad en la productividad biológica, debido a las influencias del borde sur del Frente Ecuatorial y norte del Golfo de Guayaquil. El monitoreo mensual realizado por el INOCAR en La Libertad y Manta (10 millas costa afuera), han evidenciado que los meses de quiebre estacional (abril-mayo, noviembre-diciembre) y los meses de la época seca (junio-septiembre) son los más productivos, posiblemente por la influencia de la Corriente de Humboldt y/o eventos locales con ligera variabilidad en su composición (Bonilla, 1990; Garcés, 1997; Luzuriaga-Cruz et al., (1998); Torres, 1996 y 1998). Resultados que predicen que el margen costero tropical del Ecuador sería muy complejo en la composición de la biota marina.

Esta investigación comprende los estudios del fitoplancton-zooplancton-ictioplancton, realizados en tres sitios de la Península Santa Elena durante agosto 2002, área designada para la proyección de "Arrecife Artificial de las Fuerzas Militares del Ecuador": un avión, barco y tanque de guerra. Estructuras artificiales consideradas como Basura chatarra (de gran tamaño), que serían recicladas para la bio-exploración de arrecifes artificiales hacia la seguridad de los recursos marinos del Ecuador. En el Estudio Ambiental se describen las consideraciones necesarias de carácter multidiciplinario (EIA-INOCAR, 2002).

ÁREA DE ESTUDIO

La época estacional del estudio (agosto 2002), correspondió a la época seca (verano). La posición geográfica del área de estudio esta situada en el borde más saliente de América del Sur (Pacífico Este), se encuentra al sur del Frente Ecuatorial y norte del Golfo de Guayaquil, estaría influenciado por masas de aguas frías correspondiente al ramal costero de la Corriente Peruana y/o masas de aguas oceánicas del Oeste (Ondas Kelvin). La turbidez (disco Secchi) en la Est. 1 presentó un rango entre 6-7 m, mientras que en la Est. 2 fue entre 8 a 11m de profundidad y la Est. 3 (cerca al Orión fondeado) fue de 3.5 m. La profundidad aproximada del área de estudio fue entre los 10-11m (Est.1), 12 a 20 m (Est.2) y Est. 3 que fue de 4 m (Fig.1).

El breve reporte de los buzos del INOCAR, mencionaron que en la Est. 1, presentó fondo con menor visibilidad, con sustrato arenoso y pobre en fauna bentónica; en la Est. 2 (frente a la Chocolatera) presentó un fondo con mayor visibilidad con un sustrato rocoso y arenoso, con fuerte corriente (aún en stoa), con gran diversidad de tamaños de corales, erizos de mar, estrellas de mar, caballito de mar y otros invertebrados. La Est. 3 se encontró una fauna bentónica con mayor diversidad de macroalgas, invertebrados marinos (estrella de mar) y peces, el sustrato fue arenoso con rocas aisladas.

PROCEDIMIENTOS

Se realizaron dos estaciones fijas de 12 horas cada una con una periodicidad de 3 horas; y un solo muestreo en la Est. 3 (área donde esta varado el ORION viejo).

Para la biomasa del fitoplancton, se tomaron submuestras de 1 litro de agua de mar para clorofila "a", fueron filtradas con una bomba al vacío a través de filtros de fibra de vidrio,

colocados en papel aluminio y congelados hasta su posterior análisis. Se siguió la técnica fluorométrica utilizando la acetona al 90% como solvente. Para la biomasa celular se tomaron submuestras de 250 ml y fueron fijadas con una solución de Lugol.

Para el estimativo cualitativo del fitoplancton, zooplancton-ictioplancton, se realizaron arrastres superficiales en la mañana (6h00-7h00) y en la tarde (17h00-18h00), por 10 minutos, con redes de plancton de 55m, 200m, 335m y 600u. En los arrastres verticales (desde 1 m del fondo hacia la superficie) con redes de 55m, 335m y 600m, se realizaron cada 3 horas en las dos estaciones fijas. Las muestras fueron fijadas con formol neutralizado con bórax al 3% (fitoplancton) y 5% (zooplancton). El objetivo de los arrastres simultáneos con diferentes redes fue captar mayor información de los diferentes niveles tróficos.

Para el análisis de muestras de fitoplancton se procesaron siguiendo la metodología de Semina (1978), los datos fueron expresados en cel/m^3. Para el análisis del zooplancton, se utilizaron flujómetros previamente calibrados. Se utilizó un separador de Folson para obtener alícuotas representativas, luego se procedió a separar los grupos zooplanctónicos con ayuda del esteromicroscopio. Para el ictioplancton. se procedió a la separación de huevos y larvas de peces y después el análisis respectivo. La identificación de especies, se realizó siguiendo los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), autores que han investigado las especies del Golfo de Guayaquil; y otros textos como Cupp (1943), Tréouboff y Rose (1957), Taylor (1976), Balech (1988), Larsen y Moestrup (1989), Thomas (1996), Boltovskoy (1995), Alhstron (1969), Mosser y Ahlstrom (1970), Jordán (1974).

RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN DEL FITOPLANCTON

Clorofila "a": La distribución superficial en la estación 1, presentó un rango de variabilidad diaria (7h00 a l8h00) entre 1.49-2,7 mg/m^3, con un promedio de 1.84 mg/m^3 y un máximo de 2.70 mg/m^3 a las 16h00; Subsuperficialmente presentó un rango entre 0.78-2.86 mg/m^3, con el máximo a las 11h00. En la Est. 2 presentó un rango de variabilidad diaria (5h00 a l7h00) entre 0.52-2.50 mg/m^3, con un promedio de 1.04 mg/m^3 y un máximo de 2.50 mg/m^3 a las 11h00; Subsuperficialmente presentó un rango entre 0.63-2.18 mg/m^3 (Fig. 2), con dos máximos de 2.18 mg/m^3 (08h00) y 2.56 mg/m^3 (14h00). En la Est. 3, presentó valores de 1.41 mg/m^3 en la superficie, a los 3 m de profundidad fue de 0,87. Los feopigmentos presentaron una tendencia similar a la distribución de clorofila, pero sus máximos no excedieron el 1.00 mg/m^3; con promedio superficial de 0.613 mg/m^3 y subsuperficial de 0.775 mg/m^3.

Biomasa celular (cel/l): Se registraron 50 especies, con dominancia de diatomeas centrales (42 especies) y las especies dominantes fueron: *Guinardia striata, Rhizosolenia acuminata, Chaetoceros lorenzianus.* A continuación se relacionan las especies más abundantes por estación:

Estación 1: A nivel superficial se reportaron 23 especies, en su mayor parte fueron por diatomeas céntricas siendo las especies más dominantes *G. striata, R. acuminata, Pseudosolenia calcar-avis* (Fig. 3). Las especies frecuentes fueron *L. danicus, C. lorenzianus, C. curvisetus, H. hauckii, Gyrodinium sp., M. rubrum, Climacodium frauenfeldianum.* La mayor concentración fue hacia las 16h00 y 18h00 (no hay datos en la mañana). En los 10 m de profundidad, se identificaron 37 especies, prevaleciendo las diatomeas céntricas (25 especies), las especies dominantes fueron *G. striata. Hemiaulus hauckii y Stephanophysis turris;* entre las especies más frecuentes se reportaron a *R. acuminata, C. lorenzianus, L. danicus, P. calcar avis, Lauderia borealis y Gymnodinium sp.* (Fig. 5). La mayor biomasa se reportó hacia las 7h00, 10h00 y 16h00; la menor densidad fue a las 18h30.

Estación 2: Superficialmente se identificaron 26 especies, con dominancia de diatomeas céntricas, principalmente *G. striata y R. acuminata;* entre las más frecuentes fueron *C. lorenzianus, Skeletonema costatum, L.*

danicus, P. calcar avis, C. frauenfeldianum, H. hauckii, Pseudonitzschia longissima, Probosia alata (Fig. 3); entre los dinoflagelados *Gyrodinium sp., y Gymnodinium sp.* y el ciliado Mesodinium rubrum. La distribución diaria presentó un máximo entre las 11h00 y 14h00, su menor concentración fue hacia las 17h00. A los 10 m de profundidad, se identificaron 32 especies con dominancia de las diatomeas céntricas, se mantienen las mismas especies superficiales pero con una ligera sucesión e incremento entre las especies más frecuentes *H. hauckii, S. costatum, Chaetoceros curvisetus, L. danicus, P. calcar avis, C. lonrenzianus, Lauderia borealis, C. affinis, Gyrodinium sp., Thalassionema nitzschoides, M. rubrum* (Fig. 5). Se presentó abundante en la mayor parte del día (5h00, 11h00, 14h00 y 17h00), con excepción a las 8h00 en que su biomasa fue menor.

Estación 3: se realizó un sólo muestreo a las 9h30; superficialmente se reportaron 16 especies, siendo las más dominantes *H. hauckii, R. acuminata, P. calcar avis, C. lorenzianus, G. striata, L. danicus, L. borealis, P. longissima, M. rubrum, P. alata.* A nivel de los 3m de profundidad se observó un patrón de dominancia diferente al superficial, siendo *G. striata, R. acuminata, Pleurosigma nicovaricum, C. lorenzianus* las dominantes, y entre las frecuentes se observaron a *P. calcar avis, L. danicus, Gymnodinium sp., Gyrodinium sp.* La mayor biomasa de 197920 cel/l fue a los 0m.

Biomasa celular (cel/m³): Se registraron 61 especies distribuidas en diatomeas centrales (31 especies), diatomeas pennadas (8), dinoflagelados (16) y otros con 5 especies (tintinnidos y silicoflagelados). Las principales especies dominantes fueron: *Pseudosolenia calcar avis, C. lorenzianus, G. striata, R. acuminata* y *L. danicus.* A continuación se relacionan las especies más abundantes por estación:

Estación 1: Superficialmente se evidenciaron 35 especies principalmente céntricas (27 especies), dinoflagelados (4), tintinnidos (3) y silicoflagelado (1). Las especies dominantes fueron *P. calcar avis, C. lorenzianus, G. striata, R. acuminata, L. danicus* (Fig. 4). La mayor densidad celular se evidenció a las 6h40 con 230364 cel/l, la menor densidad fue a las 18h30 con 91908 cel/l; el nitrato y nitrito presentaron un ligero incremento (0.803 y 0.128 ug.at/l respectivamente), el silicato en cambio presentó menor concentración a las 6:40 (4.819 ug.at/l). A 10 m, se obtuvieron 4 submuestras diarias (7h00 hasta las 18h00), se encontraron un total de 42 especies, con dominancia de diatomeas céntricas (27 especies), dinoflagelados (7), tintinnidos (1). La mayor densidad celular fue a las 7h00 (235656 cel/l) y 13h00 (187920 cel/l), y la menor densidad (55512-60804 cel/l) fue en la tarde (16h00 y 18h00). Las principales especies fueron *P. calcar avis, C. lorenzianus y G. striata*; las especies frecuentes fueron *R. acuminata, L. danicus, C. curvisetus, H. hauckii, Stephanophysis turris, R. imbricata;* estas especies presentaron su mayor concentración a las 7h00 y 13h00 (Fig. B6). Otras especies como *Bacteriastrum elongatum* y *Stretoteca tamensis,* estuvieron presentes sólo a las 7h00; *Skeletonema costatum* y *Coscinodiscus radiatus* sólo a las 18h00.

Estación 2: A nivel superficial se evidenciaron 24 especies con dominancia de diatomeas céntricas principalmente *P. calcar avis, C. lorenzianus* y *R. acuminata*; entre las frecuentes fueron *C. frauenfeldianum, L. danicus, G. striata, H. hauckii* y *R. imbricata* (Fig. 4). Otras especies sólo se presentaron en las 5h00 como *Bacteriastrum elongatum, Chaetoceros subsecundus, Thalassiotrix frauenfeldii;* a las 18h00 sólo se encontraron frecuentes a *Chaetoceros coarctatus, Lauderia borealis, Pleurosigma nicovaricum.* A 10 m se obtuvieron 5 submuestras diarias (5h00, 8h00, 11h00, 14h00 y 17h00), se encontraron un total de 41 especies, con dominancia de diatomeas céntricas (25 especies), dinoflagelados (12), tintinnidos (2). La mayor densidad celular fue a las 8h00 (118908 cel/l) y la menor densidad (entre 28404-53136 cel/l) en las otras horas. Las principales especies dominantes fueron *P. calcar avis* y *R. acuminata* (Fig. 6); y entre las especies frecuentes fueron *C. lorenzianus, G. striata, R. imbricata, H. hauckii, R. hebetata* y *L. borealis.* Las especies que estuvieron sólo a las 8h00 fueron *Chaetoceros affinis, P. alata, S. tamensis, S. turris, T. frauenfeldii.*

Estación 3: Del análisis de una muestra superficial se encontraron 20 especies, siendo dominante *P. calcar avis,* asociadas a especies poco frecuentes como *R. acuminata, R. imbricata, L. danicus, C. curvisetus, R. robusta, R. styliformis.*

Las diatomeas han sido las más abundantes, algunas especies fueron coincidentes con otros reportes como las reportadas por Herrera et al., (2001), con dominancia de diatomeas (95%): como *Hemiaulus hauckii, Rhizosolenia styliformis, Thalassiosira subtilis, Chaetoceros decipiens* y *Nitzschia longissima.* Prado y Coello (1998), mencionan que las especies dominantes fueron *Chaetoceros curvisetus, T. subtilis, C. affinis, S. costatum, C. decipiens* y *C. laciniosus* entre las diatomeas; y en los dinoflagelados la especie más abundante fue *Ceratium furca.*

Aunque algunos dinoflagelados encontrados en esta investigación presentaron una baja biomasa, se debería tener en cuenta que las ocurrencias de mareas rojas causadas por *M. rubrum;* asociadas a otras especies (*Dinophysis, Peridinium, Pyrocystis, Podolampas, Noctiluca, Oxytoxum*) y con baja densidad de diatomeas en las cercanías de La Puntilla Santa Elena (Veintimilla-Arcos, 1982). Jiménez (1979,1989), también ha reportado estos eventos causados por *M. rubrum, Noctiluca scintillans, Gonyaulax monilata.*

DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON

Se evidenció que la mayor diversidad fue en muestras colectadas con red de 600u y la menor diversidad con la red de 200u; algunos grupos zooplanctónicos fueron más abundantes a las primeras horas del día y otros después del mediodía. Cada arrastre presentó ligera diferenciación de los grupos dominantes después de los copépodos y su ligera variabilidad en cada estación.

Estación 1: La biomasa superficial obtenida con red de 200u, se reportaron un total de 8 grupos, siendo dominantes los copépodos (90%) y larvas de veliger (5%); la mayor densidad se observó a las 06h00. Con red superficial de 335 m, se encontraron un total de 26 grupos, siendo abundantes los copépodos (43%) a las 18:30, estadios de copepoditos (38%) a las 06:40 (Fig. 7); otro grupo frecuente fueron los cladóceros (12%) a las 18h30. A los 10 m de profundidad se identificaron 27 grupos (red de 335m) en 5 submuestras diarias (6h40 – 18h30), los copépodos (63%) presentaron igual distribución en el día con excepción a las 7h20 en que su biomasa fue menor; Cladóceros (26%) fueron abundantes en todo el día pero su biomasa fue mayor a 7h20, 16h00 y 18h00; Ostrácodos (7%) se presentaron en todo el día pero su biomasa fue mayor a las 16h00. Con red superficial de 600 m, se reportaron 30 grupos, donde los cladóceros fueron abundantes (63%) a las 18h30; los copépodos (23%) fueron abundantes a las 06h40; los huevos de peces (5%) presentaron la misma densidad tanto a las 06h40 y 18h30; larvas de brachiuras (5%) se presentaron sólo a las 06h40 (Fig. 8). A 10 m se identificaron 31 grupos, con dominancia de cladóceros (84%) a las 07h20; los copépodos (10%) fueron más abundantes a las 07h20. Estos dos grupos formaron la mayor abundancia del zooplancton mientras que en el resto de estaciones su biomasa fue baja.

Estación 2: La biomasa superficial con red de 200 m (05h00), se reportaron un total de 7 grupos, siendo dominantes los copépodos (92%) y foraminíferos (4%), entre otros grupos se presentaron los Ostrácodos, radiolarios y nauplios de cirrepedios. Con red superficial de 335 m (17h00), se identificaron 18 grupos con dominancia de copépodos (86%) y cladóceros (10%); fue notable la presencia de huevos de peces y larvas de bivalvos. A los 10 m se encontraron un total de 28 grupos, siendo abundantes los copépodos (94%) en todo el día, la menor densidad se observó a las 5h00 y a las 18:30 (Fig. 8); otros grupos fueron los quetognatos, apendicularios, ostrácodos, cladóceros y huevos de invertebrados. La mayor biomasa se encontró a las 11h00 y 17h00. Con red superficial de 600 m, su biomasa fue baja en comparación con 335 m, se reportaron 18 grupos siendo dominantes los copépodos (50%) y huevos de peces (43%); estos dos grupos presentaron diferente comportamiento, cuando los copépodos fueron abundantes los

huevos de peces se presentaron solo el 50% y viceversa (Fig. 7). A nivel subsuperficial reportaron un total de 33 grupos, con abundancia de copépodos (47%), los cladóceros (*P. avirrostris* con 26%), quetognatos (14%), zoeas de brachiuras (3%) y huevos de peces con el 2%.

Estación 3: En el arrastre superficial (335 y 600u) a las 9h30, se encontraron 18 grupos. En la red de 335u los copépodos fueron dominantes (71%), ostrácodos (12%) y zoea de brachiura (2%); mientras con red de 600u fueron dominantes los zoea de brachiura (48%), huevos de peces (24%) y copépodos (20%), larvas de megalopas de brachiuras (3%). Este sector sería considerado como área de desove de crustáceos y peces.

Ortega y Elías (1995), mencionaron que frente a La Península de Santa Elena se presentó la mayor concentración de plancton para noviembre 1995, siendo los grupos más representativos copépodos, quetognatos y eufáusidos. De la Cuadra (1998), menciona que en mayo-junio/1998, la mayor biomasa del plancton se encontró frente a la Puntilla y Bahía de Santa Elena, los grupos más representativos fueron Copépodos, quetognatos, cladóceros, foraminíferos; y que las larvas de peces también se reportó alta densidad en el área norte y sur de la Punta de Santa Elena.

DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON

HUEVOS

Estación 1: Con red superficial de 335m se identificaron un total de 17277 huevos/10m^2, encontrándose en fase inicial un total de 13179 huevos/10m^2; La familia Engraulidae fue la más representativa con 3214 organismos y la hora pico fue 18h40 donde se encontraron 14786 huevos/10m^2, coincidiendo estos estadios con lo reportado por Luzuriaga y Elías (1999). En el arrastre vertical (335 m), se identificaron un total de 5 familias con 8116 huevos/10m^2, entre las cuales el estado de fase inicial predominaron con 4500 huevos/10m^2, seguidos de la familia Sciaenidae con 1607 huevos/10m^2, Engraulidae con 1366 huevos/10m^2 e indeterminados con 482 huevos/10m^2 y Carangidae con 161 huevos/10m^2 (Tabla 1).

Con red superficial de 600m, se analizaron un total 1696 huevos/10m^2, de los cuales la fase inicial fue más abundante con 1240 huevos/10m^2, acompañados de dos familias Bathylagidae con 276 y Engraulidae con 176 huevos/10m^2 (Tabla 3). Con arrastre a 10 m con red de 600m, se identificó un total de 4420 huevos/10m^2 que correspondieron en su mayor parte a huevos en estado de fase inicial (mórula, blástula, gástrula) y un total de 7 familias, siendo la familia Sciaenidae la más frecuente (18h30) con 2411 huevos/10m^2. Huevos en estado de fase inicial con 1366 Engraulidae con 563 y Cynoglossidae con 80 huevos/10m2 (Tabla 4).

Estación 2: Con arrastres verticales de 335 m se determinó que la hora de mayor abundancia de huevos fue a las 17h00, con 2089 huevos/10m^2, con una sola familia Sciaenidae con 1607 huevos/10m^2 y la mayor abundancia fue para las de fase inicial con 4018 huevos/10m^2 (Fig. 9). Con redes de 335 m superficial se encontró un total de 29652 huevos/10m^2 al igual que la estación 1 la mayor abundancia fue para la fase inicial con 9330 huevos/10m^2 a las 17h00 (Tabla 2). Con redes de 600 m superficial al igual que fue representada por los huevos en fase inicial con 765 huevos/10m^2.

Larvas

Estación 1: En los arrastres superficiales con redes de 335 m (Est. 1 y 2), también se observó una baja densidad de larvas con un total de 80 larvas/10m^2 en estadio inicial. En el arrastre vertical con redes de 335 m, presentó una baja biomasa con un total de 12 larvas de las cuales 9 pertenecieron a la familia Sciaenidae hacia las 18h30. Con red de 600 m, se presentó la mayor diversidad de larvas, pero la mayoría no fueron identificadas por presentarse en estado de prelarva. La mayor densidad larval fue a las 18h30 con 528 larvas/10m^2, siendo los Scianidos representativos con el 50%.

Estación 2: En análisis de arrastres de 335 m Verticales, se obtuvo un total de 33 larvas, donde predominaron los scianidos, con baja

densidad en prelarvas al igual que en la Est. 1; la hora de mayor abundancia fue a las 14h00 con 46 larvas. El arrastre vertical de 600 m, las familias que predominaron fueron los Engraulidae y Sciaenidae.

Ortega et al. (1996), mencionan que frente a la Bahía de Santa Elena es uno de los sitios (Est.67) donde se encontró la mayor concentración de larvas de peces de importancia comercial principalmente los géneros *Sardinops sagax* y *Opistonema sp.*

Los resultados del muestreo de agosto 2001-2002, reportaron que la biomasa del fitoplancton y zooplancton fueron altas, coincidente con la mayor productividad biológica registrada a 10 millas costa afuera para agosto (1989-2002), lo que indica que existe un fuerte pastoreo del zooplancton herbívoro por copépodos y cladóceros. Estas condiciones tróficas permitieron que los huevos y larvas de peces fueron más abundantes en áreas de mayor movimiento frente a la Chocolatera (Est.2).

CONCLUSIONES

El área investigada presentó altos valores clorofílicos en toda la columna de agua. En la estación frente a Salinas (Est.1) el máximo superficial fue a las 16h00, el subsuperficial fue desde entre las 10h00 y 14h00. En la Est. 2, presentó una variación diaria bimodal con un máximo a las 10h00 y otro a las 13h00. Las diferencias en la distribución diaria de los máximos de clorofila en estas dos áreas, posiblemente sería la respuesta de la influencia de las corrientes y la topografía del área.

La calidad nutricional de la biomasa fitoplanctónica cuantitiva y cualitativa se reflejó en alto contenido de clorofila "a" principalmente por el aporte de *G. striata, R. acuminata, H. hauckii, P. calcar avis, C. lorenzianus, L. danicus* que fueron las especies dominantes. Las diatomeas céntricas han sido el complemento alimentario del zooplancton, principalmente copépodos y cladóceros.

En áreas cercanas a la Península se han evidenciado algunos eventos de mareas rojas en las dos últimas décadas, por lo que se recomienda el seguimiento de especies fitoplanctónicas que pudieran ser nocivas.

La fluctuación diaria del zooplancton ha evidenciado que la red de 335u fueron abundantes los copépodos; mientras con red de 600u fueron los cladóceros. Con red de 200u presentó la menor diversidad de grupos zooplanctónicos. Además, los copépodos han confirmado su permanencia constante en la columna de agua (0m y 10m), mientras que los cladóceros, ostracódos tienen una preferencia por áreas de mayor profundidad (10m).

Los huevos de peces en su mayoría se presentaron en fase de desarrollo inicial (morula, blástula y gástrula) y fueron los más abundantes (85%) en la Est. 2 con red de 335 m, por lo que se podría señalar que en esta zona posiblemente existen desoves continuos.

Las larvas de peces más abundantes fueron representadas por la familia Sciaenidae, especies de hábitat demersal y se encuentran representadas por las corvinas. La mayor diversidad de larvas en arrastres verticales fue con red de 600 m en la estación 1 (frente a la Capitanía de Salinas).

La presencia de una alta diversidad de estadios larvales de crustáceos, hace presumir que los sustratos de arrecifes artificiales serán una atracción para cangrejos, jaiba, camarón, diversidad de peces, incluyendo ballenas (que fueron observadas durante este muestreo en Est.2).

En lo que respecta a los estadios de fauna bentónica sésil se encontraron baja densidad de larvas de briozoos, cirrepedios, conchas (moluscos bivalvos y gasterópodos), serían los que poblarían la capa superficial de las nuevas estructuras artificiales.

Los beneficios de estructuras artificiales en ecosistemas costeros serían de mucha importancia de cooperación técnico-científico, justificarían esta nueva actividad por un tiempo definido.

AGRADECIMIENTOS

A los Directivos de las Fuerzas Militares por la gestión de iniciar un Parque Submarino. Al Director del Instituto Oceanográfico y Teniente E. Pinto por las gestiones en realizar esta investigación. Al Dr. R. Jiménez por la revisión y sugerencias del presente artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Bonilla, M.A., 1990. *Variación mensual del Plancton en una Estación Fija La Libertad (Salinas), Ecuador, período 1988-1989. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), 6(1): 58-67.*

De la Cuadra,T., 1998. *Condiciones Oceanográficas asociadas con el debilitamiento y finalización del evento EL NIÑO 97-98: Crucero T98/05/02. Boletín Científico y técnico, INP (Ecuador) 16(3): 1-12.*

Dutton I., y D. Bengen, 2001. *The Contribution od Indonesia´s Coastal Resources to National Food Security. International newsletter of coastal management. Intercoast # 38: 4-5.*

Garcés J., 1997. *Pronóstico de la temperatura superficial del mar por satélite y su aplicación a los recursos costeros. Tesis de grado en oceanografía. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.*

Herrera M., Solís-Coello, Vicuña H., Macias P., Coello D., Moya O., Luzuriaga M., y E. Elías. 2001. *Estimación de la biomasa de los recursos demersales en la plataforma continental del Ecuador durante julio de 1999. INP., XVIII(2): 1-61.*

Luzuriaga de Cruz M., Ortega D., y E. Elías, 1998. *Aspectos bioecológicos del Ictioplancton en la Estación Fija "La Libertad" durante 1997. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 9 (1): 145-151.*

Jiménez R., 1975. *Composición y variación del fitoplancton marino del Golfo de Guayaquil y áreas adyacentes. Tesis doctoral, Universidad de Guayauil, Ecuador.*

Jiménez R., 1976. *Oceanografía de la Región Norte del Frente Ecuatorial: Aspectos Biológicos. Reunión de trabajo sobre el Fenómeno conocido como El Niño, Guayaquil, Ecuador, 4-12 de diciembre de 1974, FAO inf. Pesca (185):355-358.*

Jiménez R., Pesantes, F., y M. Gónzalez, 1977. *Condiciones Bio-oceanográficas en aguas ecuatorianas, enero-abril de 1976. Bol. ERFEN 1(2): 1-5.*

Jiménez R. y F. Pesantes, 1978. *Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Publi. Inst. Ocean. de la Armada. 2(1): 30 pp.*

Jiménez R., 1979. *Mareas rojas recientes en aguas ecuatorianas. Bol. ERFEN 3, (3-4) 11-15.*

Jiménez R., y D. Bonilla, 1980. *Composición y distribución de la biomasa del Plancton en el Frente Ecuatorial. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), 1(1): 19-64.*

Jiménez R., 1989. *Red tide and Shrimp Activity in Ecuador. In: A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador. Ed. S.Olsen and L. Arriaga. pp 179-184.*

Marshall, H. 1970. *Phytoplankton in tropical surface waters between the coast of Ecuador and the Gulf of Panama. J. Wash. Aacad. Sci. 60(1): 18-21.*

Marshall H., 1972. *Phytoplankton composition in the Southeastern Pacific between Ecuador and the Galapagos Islands (Archipielago de Colón). Proc. Biol. Soc. Wash, 85 (1): 1-38.*

Ortega D., y E. Elías. 1995. *Descripción de Ictioplancton y zooplancton en el Golfo de Guayaquil y costa central de Manabí durante noviembre de 1995. Boletín Científico y Técnico, INP (Ecuador), XIV (2): 69-79.*

Ortega D., Elias E. y C. Zurita, 1996. *Distribución del Ictioplancton y Zooplancton en la costa ecuatoriana septiembre 1995. Bol. Científico y Técnico , INP. 14 (1) : 52-64.*

Pesantes F., 1983. *Los dinoflagelados como indicadores de "El Niño" en el mar ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 2(1): 85-117.*

Prado M., y D. Coello, 1998. *Fitoplancton asociado con el evento El Niño durante mayo de 1998. Boletín Científico y técnico, INP (Ecuador) 16(3): 22-30.*

Torres G., 1996. *Distribución de la densidad fitoplanctónica en una estación fija costera La Libertad (Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico 8(1): 39-49.*

Torres-Zambrano G., (1998). *Variabilidad Anual del Fitoplancton marino en áreas costeras de La Libertad y Manta (Ecuador), su inter-relación con eventos El Niño. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR. 9 (1).*

Veintimilla-Arcos, T., 1982. *Mareas rojas en aguas ecuatorianas. Revista de Ciencias del Mar y Limnología, INP. 1(2): 115-127.*

	Arrastre con redes de 335u superficiales			
	Huevos		Larvas	
TAXA	Estación 1	Estación 2	Estación 1	Estación 2
Engraulidae	X	X		
Sciaenidae	X			
Huevos en fase I	X	X		
Indeterminados	X	X	X	

Tabla 1. Presencia de huevos y larvas de peces, agosto 2002

	Arrastre con redes de 335u verticales			
	Huevos		Larvas	
TAXA	Estación 1	Estación 2	Estación 1	Estación 2
Engraulidae	X	X		**X**
Synodontidae		X		**X**
Sciaenidae	X	X		X
Pleuronectidae		X	X	X
Huevos en fase I	X	X		
Indeterminados		X	X	X
Carangidae	X			
Pre-larvas				X

Tabla 2. Presencia de huevos y larvas de peces, agosto 2002

	Arrastre con redes de 600u superficiales			
	Huevos		Larvas	
TAXA	Estación 1	Estación 2	Estación 1	Estación 2
Engraulidae	X	X	**X**	
Synodontidae	X	X	**X**	
Sciaenidae		X	X	
Pleuronectidae		X		
Huevos en fase I	X	X		
Indeterminados			X	
Clupeidae		X		
Ophychtidae		X		

Tabla 3. Presencia de huevos y larvas de peces, agosto 2002

	Arrastre con redes de 600u verticales			
	Huevos		Larvas	
TAXA	Estación 1	Estación 2	Estación 1	Estación 2
Engraulidae	X	X		**X**
Synodontidae		X		
Sciaenidae	X	X	X	
Bathylagidae	X	X		
Pleuronectidae	X	X		X
Huevos en fase I	X	X		
Indeterminados			X	X
Cynoglossidae	X			
Clupeidae		X		
Ophychtidae		X		
Carangidae			X	X
Nettastomidae				X
Gonostomatidae				X
Pre-larvas				X

Tabla 4. Presencia de huevos y larvas de peces, agosto 2002

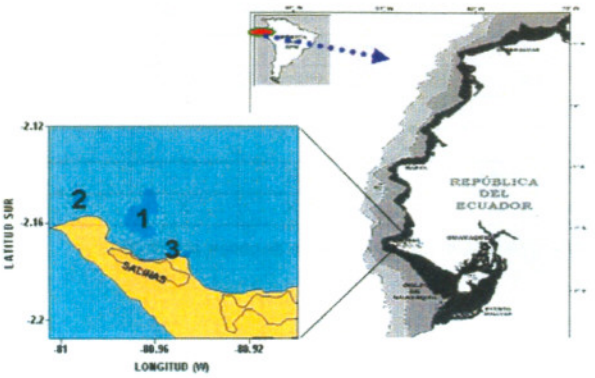


Figura 1. Situación geográfica de la Península de Santa Elena y las 3 estaciones de intvestigación.

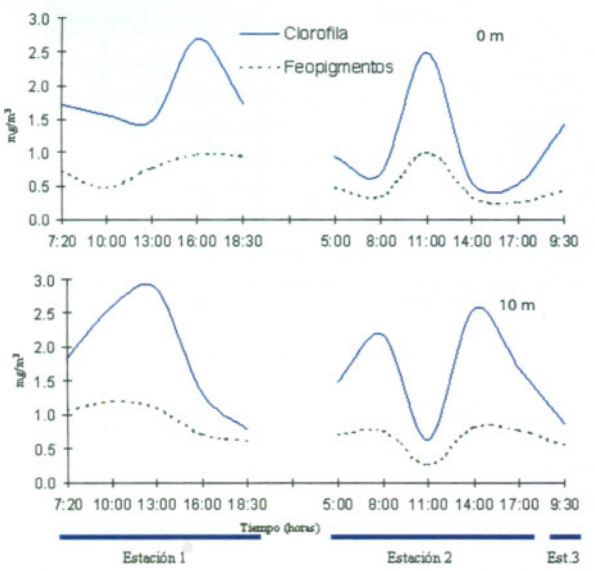


Figura 2.- Distribución diurna de Clorofila y Feopigmentos en dos estaciones fijas (E1 ;E2); y la estación 3 realizadas en Agosto 2002.

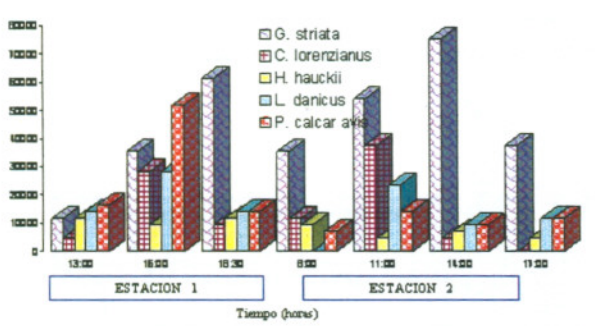


Figura 3. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica **(cel/l)** y su variabilidad diaria **superficial** en dos estaciones fijas, Península de Santa Elena en agosto 2002.

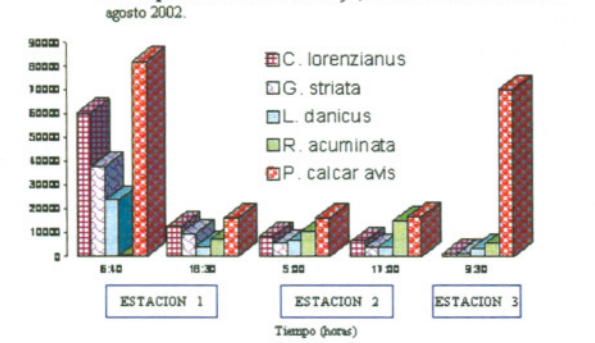


Figura 4. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica **(cel/m³)** y su variabilidad diaria **superficial** en dos estaciones fijas, Península de Santa Elena en agosto 2002.

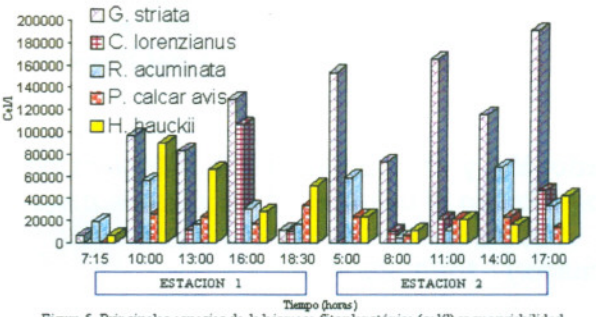


Figura 5. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica (cel/l) y su variabilidad diaria a 10m de profundidad en dos estaciones fijas, Península de Santa Elena en agosto 2002.

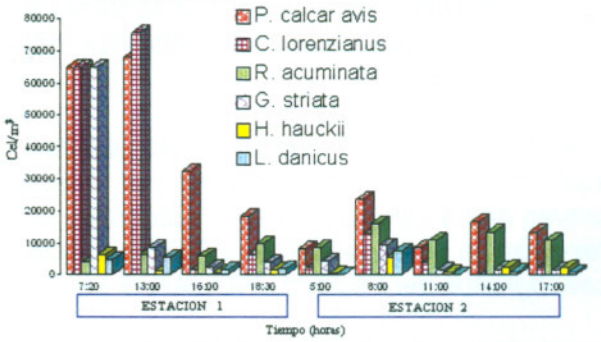


Figura 6. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica (cel/m³) y su variabilidad diaria a 0 -10m de profundidad en dos estaciones fijas, en agosto 2002.

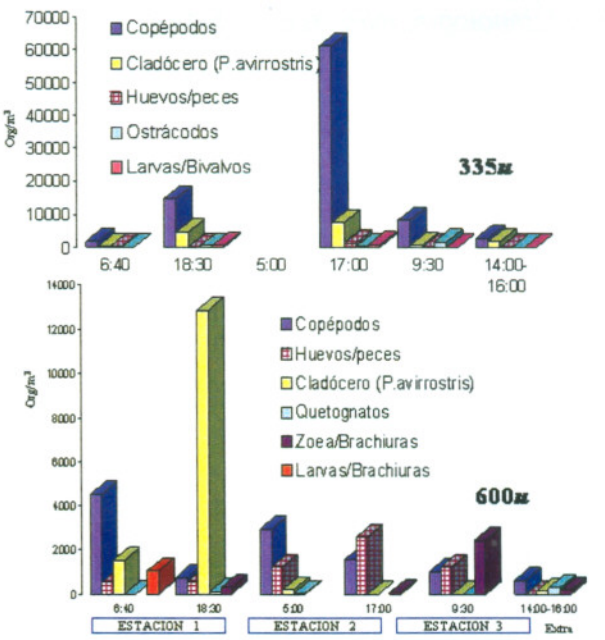


Figura 7. Distribución superficial (tarde-mañana) de los principales grupos zooplanctónicos con red de 335u y 600u, en dos een la Península de Santa Elena en agosto 2002.

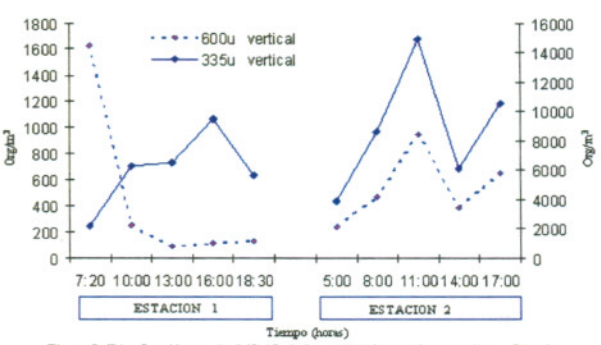


Figura 8. Distribución vertical (0-10m) de copépodos en dos estaciones fijas de 12 horas, en la Península de Santa Elena en agosto 2002.

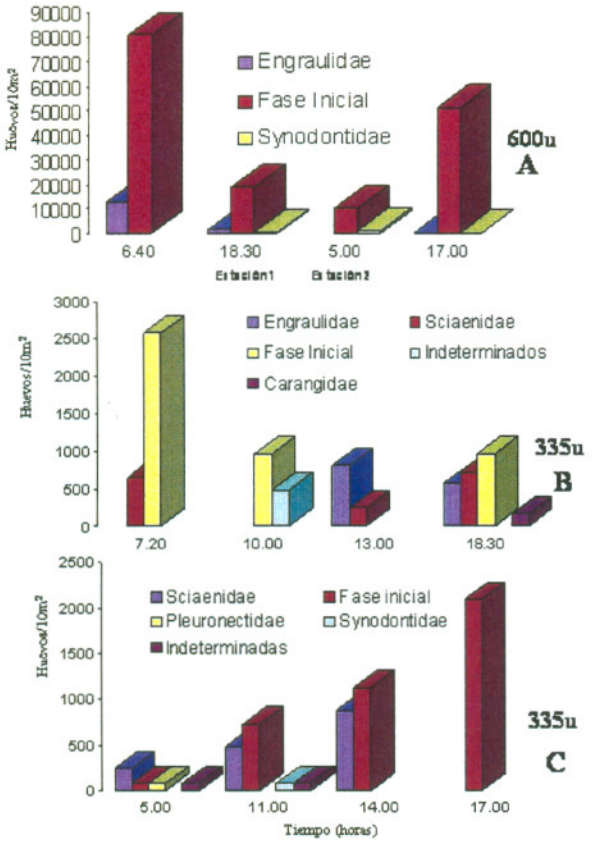


Figura 9. Distribución superficial de Huevos de peces (A), y vertical en Estaciòn 1 (B) y Est. 2 (C).

LARVAS DE PECES CLUPEIFORMES Y MICROZOOPLANCTON EN LA ESTACIÓN FIJA DE "LA LIBERTAD" desde Noviembre de 1999 a Julio del 2000

Por:
Maria Luzuriaga de Cruz

ABSTRACT

The present paper is the result of the analysis of ichtyoplankton samples colected ten miles off shore from Salinas- Peninsula Santa Elena, since November 1999 until July 2000. During this period it has been found two points of high secondary productivity: in subsurface waters (0-50 m depth) during May, and in surface waters during March. The biomass of microzooplankton, eggs and fish larvae Engraulidae and Clupeidae were found in high quantity in these months mainly between the 0-50 m depth. The interrelation among planktonic foraminifers species: Globigerina bulloides, Globigerinoides ruber, Globigerinella aequilateralis, G. menardii, G. dutertrei and G. sacculifer, characterized the surface equatorial waters with the influence of cold waters of the Humboltd Current during this study, specially in march. Fish larvae like Anchoa sp, Anchovia (anchoa), Engraulis ringens (anchoveta) y Cetengraulis mysticetus (chuhueco), were identify since March to July. C. mysticetus was the most abundant specie. High diversity of zooplankton and fish larvae E. ringens and Opisthonema sp. (pinchagua) ocurred in May of 2000 also.

Palabras claves: ictioplancton, foraminíferos planctònicos, productividad, Engraulidae, Clupeidae, microzooplancton
Key words: ichtyoplankton, planktonic foraminifera, productivity, Engraulidae, Clupeidae, microzooplankton.

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado del análisis de muestras de ictioplancton colectadas 10 millas mar afuera de la costa de Salinas – Península de Santa Elena, desde noviembre de 1999 a julio del 2000. Durante este período se encontraron dos picos de mayor productividad secundaria: durante el mes de mayo en aguas subsuperficiales (entre 0 – 50m) y durante el mes de marzo en aguas superficiales. La biomasa de microzooplancton, huevos y larvas de peces engráulidos y clupeidos se elevaron en estos meses, principalmente en la columna de agua entre 0-50 m. Dentro del zooplancton, la interrelación de especies de foraminíferos planctónicos: Globigerina bulloides dominante durante el período de estudio, Globigerinoides ruber, Globigerinella aequilateralis, G. menardii, G. dutertrei y G. sacculifer, caracterizaría aguas ecuatoriales superficiales con una mayor influencia de aguas frías de Humboltd durante el período de estudio, principalmente a partir del mes de marzo. Larvas de peces engráulidos como Anchoa sp, Anchovia (anchoa), Engraulis ringens (anchoveta) y Cetengraulis mysticetus (chuhueco), fueron identificadas de marzo a julio, siendo esta última especie la más abundante. La mayor diversidad de organismos zooplanctónicos acompañados de un importante aumento en el número de larvas de peces engráulidos y clupeidos, entre los que se destacan E. ringens y Opisthonema sp. (pinchagua) ocurrió también en el mes de mayo del 2000.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una continuación de la serie de muestreos continuos de zooplancton que se realiza en la estación fija de "La Libertad", situada a 10 millas costa afuera de la ciudad de Salinas – Cantón Santa Elena. El trabajo se realiza gracias al Convenio de colaboración científica entre Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR) y el Instituto Nacional de Pesca (INP). Uno de los principales objetivos es la evaluación de los impactos que los eventos de El Niño tienen en las poblaciones del ictioplancton, con especial referencia a huevos y larvas de especies de interés comercial. Para el efecto se utilizan también, a más de los datos oceanográficos, especies de foraminíferos planctónicos como indicadores del estado del ecosistema. En el

presente documento se detalla la distribución de larvas de *Sardinops sagax* (sardina), *Ophistonema* sp, *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), Anchoa y *Engraulis ringens* (anchoveta) durante el primer semestre del año 2000.

Varios han sido los trabajos de investigación sobre fitoplancton, zooplancton e ictioplancton que se han realizado en el área de la Península de Santa Elena, entre estos están: Arcos (1996), Cruz (1997,1998), Torres (1998). Estos autores han reportado desde 1990 acerca de las variaciones estacionales de algas y pterópodos. Larvas de peces y especies de foraminíferos planctónicos se han identificado como sensibles a las variaciones de las condiciones del ecosistema marino, determinándose, en foraminíferos, la sucesión de especies en determinadas épocas normales y "anómalas" del año (Luzuriaga, 1980; Luzuriaga *et. al.*, 1998).

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicada a 10 millas de la costa de Salinas, Lat. 02° 12'S y Long. 80° 59'W.

MATERIAL Y METODOS

Trabajo de campo.-

Las muestras de zooplancton fueron colectadas entre los meses de diciembre de 1999 a julio del 2000. Se utilizaron redes cónicas simples de 60cm y 32 cm. de diámetro de boca y de 300u y 200u micras de tamaño de poro de malla. Los muestreos fueron superficiales de 5 minutos de duración y verticales de 0 a 50 metros de profundidad. Las muestras fueron inmediatamente preservadas con formol al 3.5 %, neutralizado con borax.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio se procedió a la separación de alicuotas para contaje de organismos e identificación de foraminíferos planctónicos. La separación de huevos y larvas de peces se la hizo del total de la muestra. En el análisis e identificación de organismos se siguió la metodología utilizada por Smith y Richardson (1979), también las claves de Ahlstrom (1969), Ahlstrom y Moser (1980), Beltrán (1992), Fahay (1983), Lasker (1981), Matarese et al (1989), Mansueti y Hardey (1969), entre otros.

RESULTADOS

ICTIOPLANCTON

El total de larvas de peces presentó la mayor abundancia en aguas subsuperficiales, *ca.* 2000 larvas/100m^3 y 1100 larvas/100m^3 durante los meses de mayo y marzo del 2000, respectivamente, y en aguas superficiales, *ca.* 300 larvas/100m^3, en marzo del mismo año. Los huevos de peces en cambio fueron más abundantes en aguas superficiales, *ca.* 26000 huevos/100m^3, y subsuperficiales, *ca.* 2100 huevos/100m^3, también durante el mes de mayo (Figs. 1 y 2)

Las larvas de peces clupeiformes se encontraron en mayor número en el mes de marzo, 74 larvas /100m^3 y 320 larvas/100m^3 en aguas superficiales y subsuperficiales, respectivamente, y los huevos en cambio fueron encontrados en mas cantidad en el mes de diciembre de 1999. A continuación se detalla la distribución y abundancia de las larvas pertenecientes a las familias ENGRAULIDAE y CLUPEIDAE.

ENGRAULIDAE Y CLUPEIDAE

Del total de larvas de peces (Figs. 1 y 2), cerca de un 20% correspondieron a larvas de engráulidos y 1% a larvas de clupeidos y del total de huevos de peces, un 13% fueron huevos de clupeidos y 5% huevos de engráulidos. La mayor cantidad de huevos y larvas de engráulidos y clupeidos se hallaron en la columna de agua. En aguas superficiales, los huevos de peces pertenecientes a las familias ENGRAULIDAE Y CLUPEIDAE fueron escasos, 1% del total de huevos (Figs. 3 y 4).

ENGRAULIDAE

Entre las larvas pertenecientes a la familia

ENGRAULIDAE se encontraron: *Cetengraulis* mysticetus (chuhueco), Anchovia, *Engraulis ringens* y Anchoa.

Cetengraulis mysticetus (chuhueco).- Entre diciembre de 1999 a julio del 2000, la mayor cantidad de larvas se encontró en los estratos subsuperficiales, entre 30 y 313 larvas/100m3. En aguas superficiales se halló entre 5 y 64 larvas/100m3. Los focos de abundancia correspondieron al muestreo del 1° de marzo del 2000. No se encontraron larvas de chuhueco en diciembre de 1999, febrero y julio del 2000 (Figs. 3 y 4). La talla de las larvas de chuhueco osciló entre 1 y 6 mm de longitud estándar.

Huevos de chuhueco se encontraron en mayo del 2000, siendo abundantes en aguas subsuperficiales, 95 huevos/100m^3. También se encontraron escasos huevos en aguas superficiales durante el mes de junio, 1 huevo/100m^3.

Engraulis ringens (anchoveta).- Se encontró entre 4 y 180 larvas/100m^3 en aguas subsuperficiales y entre 1 y 2 larvas/100m^3 en aguas superficiales. Los mayores números se obtuvieron el 22 de marzo y 10 de mayo, respectivamente. No se encontró larvas de *E. ringens* en diciembre de 1999 ni febrero del 2000 (Figs. 3 y 4). Tampoco se encontraron larvas el 1° de marzo del 2000 en aguas subsuperficiales ni en junio y julio en aguas superficiales.

Huevos de *E. ringens* se hallaron tan solo en el mes de mayo del 2000, entre 25 y 64 huevos/100m^3 en aguas superficiales y subsuperficiales, respectivamente.

Anchoa y Anchovia (anchoa).- Larvas de Anchoa, 1 larva/100m^3, y Anchovia, 4 larvas /100m^3, se encontraron en aguas superficiales durante el 22 de marzo. Larvas de Anchovia también fueron identificadas en aguas subsuperficiales durante este mes 1° y 22 de marzo y 9 de mayo, en 7, 20 y 3 larvas/100m^3, respectivamente (Figs. 3 y 4). El rango de talla de las larvas de Anchovia osciló entre 6 y 8.3 mm de longitud estándar.

CLUPEIDAE

En esta familia se encontraron sólo larvas de *Opisthonema sp* (pinchagua) y un huevo de *Sardinops sagax* (sardina del sur).

Opisthonema* sp. *(pinchagua).- La mayor parte de las larvas pertenecientes a esta especie se encontraron en aguas subsuperficiales durante el mes de mayo del 2000 (50 larvas /100m^3). También se encontró 1 larva/100m^3 durante el 1° de marzo y 9 de mayo en aguas superficiales.

Sardinops sagax (sardina del sur).- Se encontraron escasos huevos de *Sardinops sagax* en febrero del 2000 en aguas superficiales, 1 huevo/100m^3.

La distribución en el tiempo de los huevos de otros clupeidos se encuentra en la tabla 1.

CONDICIONES BIÓTICAS.-

Microzooplancton.-

Durante el período de enero a julio del 2000, predominaron los copépodos, un 80 % del total de zooplancton, seguidos por las larvas de eufásidos en aguas superficiales (18 %) y por los quetognatos en los arrastres verticales (4%). La mayor abundancia de zooplancton (Figs. 5 y 6) ocurrió en aguas superficiales durante el mes de marzo, 9227 org/m^3, (44% del total del zooplancton) y en aguas subsuperficiales durante el mes de mayo, con 5288 org/m^3 (36%).

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS.-

En aguas subsuperficiales, el total de foraminíferos planctónicos mostró picos de abundancia en febrero y mayo del 2000, con 80 y 72 org/m^3, respectivamente.

De las once especies de foraminíferos planctónicos encontradas durante el presente estudio, *Globigerina bulloides, G. dutertrei, G. aequilateralis* y *G. ruber* fueron las más numerosas. G. bulloides (especie típica de aguas frías) presentó los mas altos porcentajes de abundancia en febrero 1°, marzo 22 y junio 2 del 2000. *G. dutertrei* representó el 100% del total de foraminíferos en marzo, *G. aequilateralis* el 40% en mayo y G. menardii y G. sacculifer (especies de

aguas cálidas) el 12% en julio.

En aguas superficiales se observó la dominancia de *G. dutertrei, G. ruber* y la presencia continua de *G. sacculifer y G. menardii* en los últimos meses de 1999 hasta febrero del 2000. El mayor número de foraminíferos se encontró en el mes de diciembre, 71 org/m^3 en aguas superficiales y en noviembre, febrero y mayo en la columna de agua. Hubo ausencia de foraminíferos planctónicos en aguas superficiales durante los meses de marzo a junio del 2000.

Relaciones de abundancia.-

En aguas subsuperficiales, los mayores porcentajes de microzooplancton, foraminíferos planctónicos, larvas de peces y huevos de peces se dieron en los meses de noviembre de 1999, y mayo del 2000 (Fig.7). En febrero del 2000 a pesar de encontrarse igual cantidad de zooplancton que en noviembre, ca. 3500 org/m^3, la cantidad de larvas de peces fue menor al 2% del total de larvas encontradas durante el período de estudio, no se encontraron durante este mes, larvas de engráulidos ni clupeidos, pero sí huevos de clupeidos, 36 org/100m^3.

En aguas superficiales, los más altos valores de microzooplancton y larvas de peces se dieron en marzo 1° del 2000 (Fig. 8); el máximo desove en estas aguas fue observado en cambio en mayo y noviembre igual que en los estratos subsuperficiales. El alza de biomasa planctónica coincidió también con una relativa alza de huevos y larvas de engráulidos en marzo y mayo del 2000, *ca.* 1100 y 2000 larvas/100m^3 (Figs. 3 y 4) y de huevos de clupeidos en febrero del 2000.

DISCUSIÓN y CONCLUSIONES

Durante el período de tiempo entre diciembre de 1999 y julio del 2000, en el área marina de la Península de Santa Elena, se han observado dos focos de mayor productividad ocurridos en marzo y mayo del 2000, los mismos que se han caracterizado por mayor abundancia de microzooplancton y un mayor número de huevos y larvas de peces entre los que se destacaron huevos y larvas de chuhueco y larvas de anchovia. La gran cantidad de zooplancteres fitófagos, como nauplios y larvas de eufásidos, copépodos encontrados el 22 de marzo en aguas superficiales y la mayor abundancia y diversidad de cladóceros, zoeas de braquiuro, a más de copépodos presentes durante el mes de mayo en aguas subsuperficiales, contribuyeron a esta riqueza. El apreciable número de larvas de *E. ringens* (anchoveta) (180 org/100m^3) que se identificaron en la columna de agua el 1° de marzo, coincidió con el predominio casi total de copépodos en aguas superficiales. En esta última fecha, entre los foraminíferos planctónicos, se encontró únicamente *G. dutertrei,* especie propia de aguas de transición (Miró, 1971). Dentro de este mismo grupo, *Globigerina bulloides* presente en porcentajes mayores al 30% del total de foraminíferos durante todos los meses muestreados, a excepción de diciembre de 1999, indicaría la influencia las aguas de la Corriente de Humbotd (Luzuriaga, 1992, 1998), en el Golfo de Guayaquil y por tanto explicaría la presencia de huevos y larvas de *E. ringens* en aguas de Península de Santa Elena a partir de marzo 22 del 2000. Los datos oceanográficos (Strub 1997), indican la presencia de aguas subtropicales provenientes del sur en el área de la Península de Santa Elena durante la época de estudio, a partir del 22 de marzo del 2000.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a los directivos del Instituto Nacional de Pesca por el apoyo presentado a la realización de esta investigación. Al Instituto Oceanográfico de la Armada, por la ayuda logística que hace posible la coordinación y uso de embarcación para la toma de muestras de zooplancton, También al Biol. Esteban Elías por el muestreo del ictioplancton y la separación de huevos y larvas de peces.

BIBLIOGRAFIA

Alhstrom, E.H. 1969.- *Movement of oil globules in eggs of Bathylagid fishes in theCalifornia Current Region. V Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest., Rep., 13: 39-49.*

Alhstrom and Moser 1980.- *Identfication of pelágic marine fish eggs. Calcofi. Rep., Vol. XXI.*

Arcos. F., y L. Martinez 1986.- *Variación mensual y mareal del zooplancton en una estación fija del Estero del Muerto, Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico 3 (1): 61-69*

Beltrán, B. 1992.- *Identificación y descripción de los tipos de huevos, larvas y post - larvas de Engraulidos y clupeidos (Pisces - Clupeiformes), en el Pacífico Colombiano. Febrero - Marzo de 1991. Tesís. Univ. del Valle. Fac. de Ciencias. Calí-Colombia.*

Cruz M. 1998.- *Pterópodos y Heterópodos en la estación fija La Libertad 1991- 1998. Acta Oceanográfica del Pacífico. Edición Especial. INOCAR 1998.*

Fahay 1983.- *Guide to the carly stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic ocean. Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. Journal of Northwest Atlantic Fish. Sc. (4) 423 pp.*

Lasker, R. 1981.- *Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. Washington. Sea grant program of Univ. Washington. Pres; pp. 131.*

Luzuriaga M. 1980.- *Ecología y distribución de los foraminíferos planctónicos vivos en el mar ecuatoriano. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Fac. CC. NN. Guayaquil-Ecuador*

Luzuriaga de Cruz (1992).- *Notas hidrológicas según foraminíferos planctónicos vivos en aguas superfciales del mar ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR*

Luzuriaga, M., E. Elías y D. Ortega. 1998.- *Aspectos Bioecológicos del Ictioplancton en la Estación Fija "La Libertad" En 1997. Acta Oceanográfica del Pacífico. Publ. Especial. Instituto Oceanográfico de la Armada. Guayaquil - Ecuador. 9(1):145 – 151p.*

Mansueti, A. y J. Hardey. 1969.- *Development of fishes of the Chesapeake Bay Region. Atlas of egg, larval and juveniles stages, Part I De. Earl E, Deubler, Jr., Nat Resour. Univ. Maryland, Port. City Press. Blatimore, Maryland : 202 pp.*

Massay, 1983.- *Revisión de la lista de los peces marinos del Ecuador. INP. Bol. Cient. Técn. Vol.VI No.1 pp 113.*

Matarese, C; A. Kendall; D. Blood and Beverly V. 1989.- *Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes. NOAA. Technical report NMFS 80. Washington. pp 652*

Smith, P. y Richardson 1979.- *Técnicas módelos para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. Doc. Técn. de Pesca FAO. No. 175:1 - 107.*

HUEVOS DE CLUPEIDOS	Dic/99	Feb/2000	Mz1°/00	Mz22/00	My9/00	Jn2/00	JL13/00
Aguas superficiales	104	47	6	1	29	0	1
0–50m de profundidad	248	32	140	0	0	0	4

TABLA 1.- Huevos de clupeidos en la estación fija de "La Libertad" (huevos/100 m³)

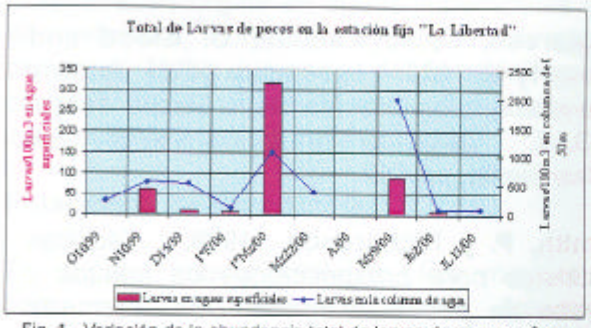


Fig. 1.- Variación de la abundancia total de larvas de peces a 0 m y entre 0-50 metros de profundidad

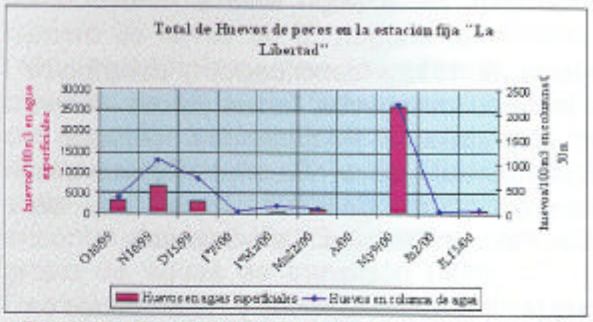


Fig. 2.- Variación de la abundancia total de huevos de peces a 0 m y entre 0-50 metros de profundidad

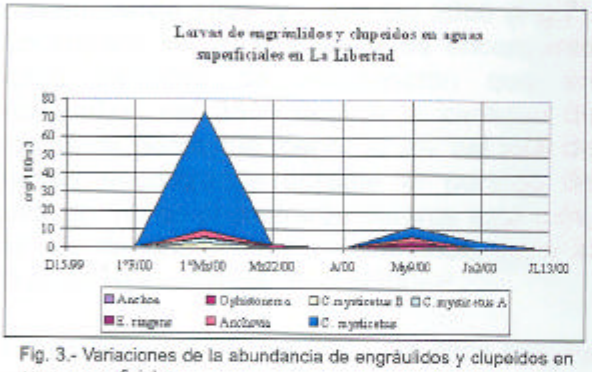


Fig. 3.- Variaciones de la abundancia de engráulidos y clupeidos en aguas superficiales

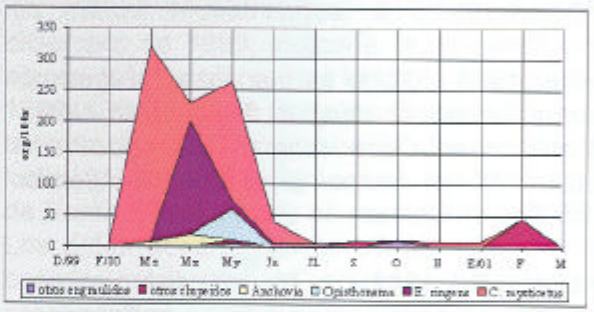


Fig. 4.- Variaciones de la abundancia de engráulidos y clupeidos en aguas subsuperficiales

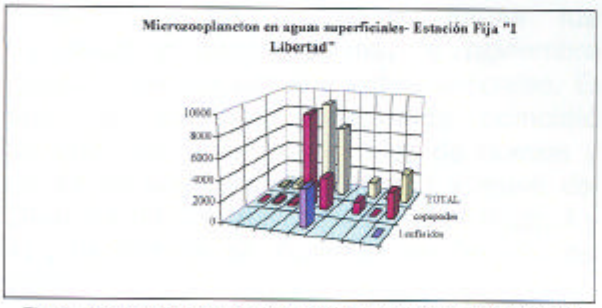


Fig. 5.- Abundancia del microzooplancton en aguas superficiales de la estación fija "La Libertad"

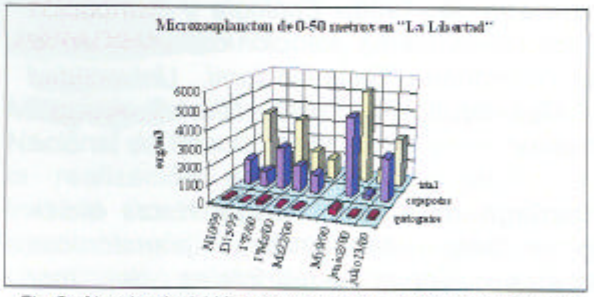


Fig. 6.- Abundancia del Microzooplancton en aguas subsuperficiales de la estación fija "La Libertad"

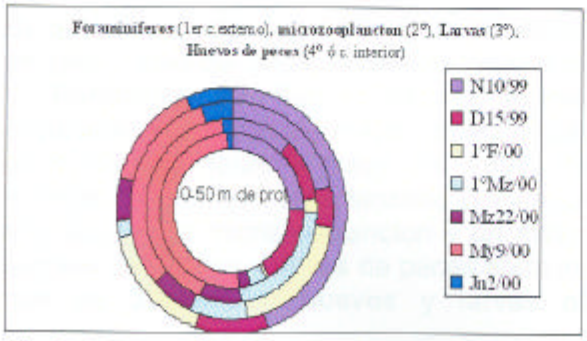


Fig.7.- Relación porcentual de foraminíferos planctónicos, microzooplancton y huevos y larvas de peces en aguas subsuperficiales de la estación fija "La Libertad"

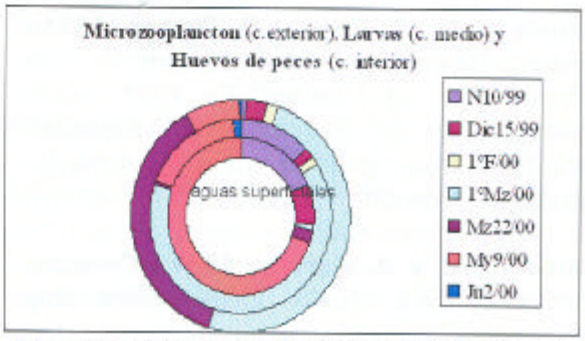


Fig.8.- Relación porcentual de microzooplancton y huevos y larvas de peces en aguas superficiales de la estación fija "La Libertad"

PROCESOS PLANCTONICOS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL (CAMPO AMISTAD) JULIO-AGOSTO/2001

Por:
Gladys Torres (1)
Tania Calderón (2)
Mariuxi Mero (2)
Vanessa Franco (2)

ABSTRACT

This research is part of an environmental monitoring of plankton and its physical and chemical response around the platform located offshore Campo Amistad, near Santa Clara Island, southeast of the Gulf in external Guayaquil. The study was carried out between July 30 and August 31-2001, onboard the R/V Orion of the Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy.

The chlorophyll "a" biomass presented values between 0.6 and 1.52 mg/m³ in surface waters, with averages of 1.07 to 0.99 mg/m³ (10 m), 0.79 (20 m) and 0.58 (30 m) mg/m³. The larger amounts of biomass and daily variability were found in the northern part of the platform, while the opposite trend was observed in its western area. One hundred and three phytoplankton species were identified, with dominance of centric diatoms of mainly Skeletonema costatum and Chaetoceros curvisetus. Dinoflagellates presented high diversity and low biomass; Ceratium dens was the dominant species, characterizing influences of external water masses in the estuary. The zooplankton fauna was represented by 28 groups, with dominance of cladocera and copepods; the highest density of organisms was found around the 17h00 hours. High density of cladocera presented a strong positive relationship to phytoplankton abundance, and a negative correlation to copepod abundance. The environmental conditions in the surface thermal structure were almost stable, with an average of 22.5°C. The lowest temperatures were found southwest of the platform (subsurface), coincident with a slight increase in nutrients (nitrate and silicate). The marine biota associated with these environmental conditions presented high diversity, implying the absence of eutrophication incidence in the estuary area of the platform.

RESUMEN

Esta investigación es parte de un monitoreo sobre la situación ambiental del plancton y sus condiciones ambientales alrededor de la Plataforma Amistad de Producción de Gas ubicada en el campo Amistad cerca de la Isla Santa Clara (Sureste del Golfo de Guayaquil externo), realizada entre el 30 de julio al 3 de Agosto de 2001, abordo del B/I ORION del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador con un total de 12 estaciones.

La biomasa clorofílica "a" presentó valores superficiales entre 0.6-1.52 mg/m³, con promedios de 1.05 (10m), 0.79 (20m) y 0.58 (30m) mg/m³, la mayor biomasa y variabilidad diaria fue hacia el norte de la plataforma, ocurriendo lo contrario hacia el oeste. Se identificaron 103 especies fitoplanctónicas, con dominancia de diatomeas centricas principalmente por Skeletonema costatum y Chaetoceros curvisetus. Los dinoflagelados presentaron la mayor diversidad de especies y baja biomasa, Ceratium dens fue la especie dominante, caracterizando influencias de masas de aguas externas en el estuario. El zooplancton estuvo representado por 28 grupos, siendo dominantes cládoceros y copépodos; la mayor densidad de organismos fue hacia las 17h00 horas. La mayor densidad de cladóceros presentó una estrecha relación con la abundancia del fitoplancton, y los copépodos con su menor abundancia. Las condiciones ambientales en la estructura térmica superficial se presentaron casi estables entre 22.5°C, las menores fueron hacia el sudoeste de la plataforma (subsuperficial) coincidente con el ligero aporte de nutrientes (nitrato y silicato). Bajo estas condiciones se puede mencionar que en el entorno de la plataforma, la biota marina presento gran variabilidad y no se registró incidencia de eutroficación.

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. PO. BOX: 5940, Base Naval Sur - Vía Pto. Marítimo, E-mail: gtorres@inocar.mil.ec
2 Facultad de Ciencias Naturales - Universidad de Guayaquil; Ave. 25 de Julio y Pío Jaramillo (thaniacalderon@hotmail.com)

INTRODUCCIÓN

En condiciones normales, el océano Pacífico Sudeste que bordea las costas sudamericanas, ha presentado mayor productividad hacia el sur de la Línea Ecuatorial, asociados con la posición del Frente Ecuatorial (Jiménez, 1976), al afloramiento costero peruano (Rojas-Mendiola, 1981) y al aporte fluvial de las microcuencas. El Golfo de Guayaquil es el principal estuario del Pacífico Sudeste, componente hidrográfico de alta productividad biológica (Stevenson, 1981). Durante condiciones anómalas de El Niño, altera las condiciones oceanográficas afectando directamente a la trama alimentaria del estuario (Barber y Chavéz 1983).

Los procesos biológicos tienen un rol importante en el transporte de las sustancias inorgánicas en estuarios, sustancias que son captadas por los organismos que pueden retardar el transporte hacia aguas externas e internas del Golfo, mientras que la reacción metabólica de los procesos biológicos puede ser dificultoso cuantificarlos debido a las características de las comunidades bentónicas y planctónicas que pueden cambiar temporalmente y espacialmente debido a las condiciones ambientales locales y regionales. *Los estudios cuali-cuantitativos del plancton en combinación con los procesos locales son usados para evaluar la distribución de sustancias antropogénicas (Menon et al., 1977; Smetacek, 1997).*

El fitoplancton de acuerdo a la disponibilidad de luz y nutrientes se encuentra en los niveles óptimos (termoclina-nutriclina); el zooplancton e ictioplancton tienden a alimentarse en estos niveles durante los procesos de transferencia trófica mediante las migraciones verticales, factores importantes en la fisiología planctónica y proceso de sucesión estacional (Marshall, 1991). Se considera que la intensidad de luz juega un papel preponderante sobre la migración nictimeral (Palma,1985). Cuando el ambiente circundante cambia, generan condiciones favorables y desfavorables para algunas especies, entrando a una sucesión o etapa de transición.

El presente trabajo es una contribución al estudio del fitoplancton y zooplancton marino-estuarino y su relación con las condiciones ambientales físico-químicas presentes en el entorno de la plataforma Amistad de producción de Gas (Campo Amistad - Golfo de Guayaquil Externo), realizada por el Instituto Oceanográfico de la Armada en el B/I ORION durante Julio-agosto del 2001.

PROCEDIMIENTOS

Se colectaron muestras en la columna de agua (0-30m) con doce estaciones, distribuidas en 4 estaciones fijas de 12 horas y 8 estaciones superficiales (Fig. 1), realizándose los siguientes análisis biológicos:

En las estaciones 1, 2, 3, 4, las muestras fueron tomadas con Botellas Van Dorn con lances cada 3 horas en 4 niveles de profundidad: 0, 10, 20, 30 m. Se obtuvieron submuestras de 1 litro de agua de mar, fueron filtradas con una bomba al vacío manual a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/0.47 mm, los filtros fueron colocados en papel aluminio y congelados hasta su posterior análisis en el Laboratorio. En el Laboratorio, los filtros fueron descongelados y colocados en 10 ml. de acetona al 90% y mantenidos bajo refrigeración por 24 horas. Las densidades ópticas de clorofila "a" se leyeron en un fluorómetro TURNER DESIGNS, se adicionaron 2 gotas de ácido clorhídrico al 5% para convertir la clorofila "a" en feopigmentos. Para los cálculos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 17 (1966).

Se realizaron arrastres verticales desde los 30m hacia la superficie con redes (cónicas simples) para fitoplancton (55u) y zooplancton (335u) en 4 estaciones (E1, E2, E3 y E4) fijas integradas cada 4 horas. En las estaciones del 5 al 12, se realizaron arrastres superficiales por 5 minutos con red de 55u. Las muestras fueron fijadas con formol al 4% neutralizado con bórax. La profundidad aproximada del área de estudio fue entre los

35 y 40 m.

Para el análisis de diatomeas se realizaron sólo de muestras obtenidas mediante arrastres superficiales; para los dinoflagelados se realizaron tanto de arrastres superficiales como verticales (4 estaciones fijas); en ambos grupos se obtuvieron porcentajes independientes. La identificación de especies, se realizó siguiendo los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), autores que han investigado las especies del Golfo de Guayaquil; y otros textos como Cupp (1940), Balech (1998), Larsen y Moestrup (1989).

En la biomasa del zooplancton, se utilizó un separador de Folson para obtener alícuotas representativas de 50ml, luego se procedió a cuantificar los grupos zooplanctónicos. Para el estimativo de migración nictimeral se utilizaron las especies dominantes. La cantidad de especímenes se estandarizó a 100 m^3. Para la taxonomía de las principales taxas del zooplancton se utilizó un estereomicroscopio y los textos de Trégouboff y Rose (1957), Boltovskoy (1995), Todd, Laverack y Boxshall (1996).

ÁREA DE ESTUDIO

La plataforma de perforación de Gas se encuentra ubicada en el Golfo de Guayaquil, al sudoeste de la Isla Santa Clara, a los 3°27 S y 80°47 W (Fig.1). La plataforma se encuentra levantada sobre uno de los pozos de Campo Amistad. El área es considerada como una zona ecológicamente sensible por su alta productividad biológica influenciada por diferentes corrientes marinas del Oceáno Pacífico Sudeste. Jiménez (1997), menciona que el 90% del área de cultivo del camarón se ubica dentro del Estuario interno del Golfo de Guayaquil.

Las muestras se colectaron desde el 30 de julio hasta agosto 3 del 2001, con la fase lunar entre el cuarto creciente (27 de julio) y la luna llena (4 de agosto), con el aguaje próximo para el 5, 6, 7 de agosto (Tablas de mareas de Puerto Bolívar, INOCAR 2001). La lectura del disco Secchi presentó un rango entre 7-8 m, menor con relación a lo estimado por Stevenson (1983), con un promedio de 11 m con rangos entre 3-13 m al oeste del Canal Jambelí.

Esta investigación fue realizada alrededor de la Plataforma Amistad, durante el 30 de julio al 3 de agosto de 2001, abordo del B/I ORION del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, con 4 estaciones de 12 horas y 8 estaciones superficiales complementarias.

RESULTADOS

Variabilidad diaria de Clorofila"a"

Al norte de la plataforma (Est. 1) se observo la mayor variabilidad y concentración de clorofila con relación a las otras estaciones fijas (Fig. 2B) y su fluctuación puede estar asociada al ritmo de marea. Al sur este y oeste de la plataforma (Est. 2, 3, 4) presentaron menos variabilidad diurna y nocturna. Al oeste de la Plataforma presentó la menor concentración posiblemente asociada a aguas oceánicas. A continuación se dan las máximas y mínimas concentraciones de clorofila y su respectiva profundidad para cada estación fija:

Estación	Clorofila (mg/m^3)	Profundidad (m)
1	1.52 - 0.6	30 - 20
2	1.23 - 0.23	0 - 30
3	1.39 - 0.26	10 - 30
4	0.92 - 0.13	0 - 30

Las menores concentraciones de Clorofila (<0.30 mg/m^3) fueron coincidentes con altos rangos (34.6-35.25 UPS) de salinidad; y rangos (19.89-17.71°C) de temperatura; variables ambientales que también fueron coincidentes con altos nutrientes, nitrato entre 11.42-19.15 ug-at/l; fosfatos entre 1.40-1.65 ug-at/l; y silicatos entre 15.03-31.91 ug-at/l. Estas condiciones ambientales se presentaron hacia el sureste de la plataforma y a los 30m de profundidad, procesos que estarían asociados con masas de aguas del afloramiento costero peruano.

Los valores de clorofila evidenciados en el Golfo de Guayaquil externo en las últimas tres décadas, proveen un índice sobre la fertilidad biológica estacional (época seca-húmeda) debido a la combinación de las corrientes y

vientos, han evidenciado gran variabilidad de la biomasa clorofílica con máximos 20.0 mg/m³ y mínimos 0.2 mg/m³. Miró et al., (1974), en mayo de 1973 encontraron los valores más altos en el Golfo de Guayaquil con valores entre 0.5 y 20 mg/m³. En octubre de 1973 los valores de clorofila superficial más altos fueron entre 0.5-1.0 mg/m³; entre los 10 a 20 m (Jiménez y Pesantes, 1978). Stevenson (1981), encontró que en el estuario exterior el promedio de clorofila superficial fue de 1.7 mg/m³, en época lluviosa; en la época seca fue de 4.6 mg/m³, con un promedio anual de 1.4 mg/m³, CAAM (1996), reporta valores de clorofila para el estuario exterior con un promedio 1.4 mg/m³. Peribonio (1981), para septiembre de 1973 registró las concentraciones de clorofila "a" entre < 0.5 y 6.0 mg/m³, las mayores concentraciones de clorofila se localizaron alrededor de la Isla Santa Clara.

Jiménez (1997), reporta que las concentraciones superficiales de clorofila fluctuaron entre 0.2-0.7 mg/m³ para julio/97 y 1.5-4.0 mg/m³ para agosto/97; y subsuperficialmente los máximos en algunas ocasiones se presentaron entre 10-20m decreciendo a los 30m. Torres y Tapia (2000), en abril reportaron valores entre 1.612-1.741 mg/m³ al norte y este de la plataforma, subsuperficialmente encontraron valores entre 0.9-2.459 mg/m³.

Según la EPA (http://www.epa.gov/maia/html/chlorophyll.html), menciona que la clorofila "a" es una medida de los pigmentos verdes del fitoplancton y que las concentraciones en aguas superficiales pueden ser usadas para representar los niveles del fitoplancton usando la siguiente escala:

Bueno <15 mg/l
Mediano/regular 15-30
Pobre >30

Lee (1992), menciona una clasificación limnológica del status trófico con relación a concentraciones de clorofila, fosfato y profundidad del disco Secchi, como principales indicadores de eutroficación.

Clasificación	Promedio Clorofila mg/m³	Promedio Fosfato Ug-at/l	Disco Secchi (m)
Oligotrófico	<2	<7.9	>4.6
Mesotrófico	3.09-8.9	12-27	3.7
Mesotrófico-eutrófico	7.0-9.9	28-39	2.3
Eutrófico	>10	>40	<1.7
Plataforma (0m)	1.071	0.192	7 - 8
Plataforma (10-20-30m)	0.787	0.799	

Distribución del fitoplancton (55u)

Se identificaron 49 especies de diatomeas y 54 especies de dinoflagelados. La mayor biomasa fitoplanctónica estuvo representada por las diatomeas Centricae hacia el oeste de la plataforma, principalmente por *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros curvisetus* como especies dominantes (Fig. 3A), y las más frecuentes fueron *Stephanopyxis turris, Chaetoceros affinis, C. peruvianus, C. subsecundus, Bacteriastrum elegans, Biddulphia sinensis, Thalassiosira subtiles, Probosia alata, Rhizosolenia stolterfothi* (Fig. 3B).

Skeletonema costatum fue una especie dominante (30%) en toda el área de estudio, pero ligeramente se registraron dos núcleos de mayor concentración celular hacia el oeste (E4) y al este (E9) de la plataforma; C. curvisetus también fue abundante (25%) y presentó una distribución similar a S. costatum con excepción de la E1 (Fig. 3A). Esta especie se la reportó como muy abundante en mayo y julio (2001) pero asociada con *Thalassiotrix frauenfeldii* hacia la parte intermedia y sur del Estero Salado (Tapia, 2001).

Las asociaciones de algunas especies fitoplanctónicas como *S. turris, B. elegans, P. alata, C. subsecundus, y C. peruvianus* (E.4); *S. turris, C. subsecundus, T. subtiles, C. affinis, C. peruvianus* (E9); mientras que otro grupo de especies como *C. affinis, S. turris, C. subsecundus;* estos tres agrupamientos han evidenciado parches aislados con diferentes características físico -químicas.

En las estaciones más alejadas de la plataforma presentaron la mayor diversidad del fitoplancton. En las estaciones 1, 2 y 3 se presentaron la menor frecuencia y densidad del fitoplancton, posiblemente en la estación 3 este asociada al pastoreo de los copépodos en donde ellos fueron más abundantes.
Entre los dinoflagelados *Ceratium dens* fue

muy abundante con el 78% (Fig. 4); las especies > al 1% de frecuencia fueron *Noctiluca scintillans, Protoperidinium quarnerense, Dinophysis caudata, Protoperidinium elegans, C. furca, C. falcatum, P. brochi, P. conicum y P. depressum* (Fig. 4); estas especies podrían ser consideradas como típicas, mientras que un total de 44 especies con <1% posiblemente sean representativas de las especies no típicas, que serían indicadoras de las influencias de aguas oceánicas externas.

Aunque los dinoflagelados presentaron una preferencia por aguas superficiales, con excepción de algunas especies que se encontraron en el arrastre vertical, no podemos precisar la profundidad exacta de preferencia.

Principales dinoflagelados

Ceratium dens.- Presentó un núcleo de abundancia hacia el norte de la Plataforma (E12), fue frecuente en todas las estaciones más externas (E6, 8,9,10,11) principalmente en horas diurnas, preferencia de aguas superficiales y su abundancia fue evidenciada en los últimos dos días. Es un dinoflagelado poco frecuente en el ecosistema del Golfo de Guayaquil. Esta especie ha sido reportada en las cercanías de Puna-Posorja, como poco frecuente en mayo, junio, noviembre de 1994, octubre, noviembre de 1995 (Luzuriaga et al., 1998), en abril/2000 (Torres y Tapia, 2001), en julio/2001 (Torres en prensa).

Noctiluca scintillans.- Se evidenció un ligero comportamiento de migración vertical, siendo más frecuente superficialmente hacia el este de la plataforma (11h00), luego a las 21h00 fue frecuente hacia el oeste de la plataforma disminuyendo un 50% de su densidad subsuperficialmente. Cajas et al., (1998), en la fig. 9 registran a *Noctiluca sp.,* en mayo a noviembre de 1995 con rangos < a 50 org/m^3; al sur del estuario interno para julio/2001 (Torres en prensa). Lam y Hai (1996), la ha reportado como especie nociva en áreas de cultivo de camarón y peces.

Protoperidinium quarnerense.- Presentó preferencia por aguas superficiales, hacia el norte de la plataforma se evidenció la menor densidad, la cual fue incrementando hacia el este y sur de la plataforma en donde obtuvo su mayor densidad celular.

Distribución y abundancia del zooplancton

Se estudió la variabilidad diaria (4 días) del Zooplancton, correspondiendo a 4 estaciones en el entorno de la Plataforma. La biomasa del zooplancton estuvo representada por 28 grupos, siendo dominantes los Cladóceros (48%) y Copépodos (27%); entre los más representativos en orden de frecuencia fueron las larvas de zoeas-brachiura, quetognatos, apendicularios, huevos de invertebrados, larvas de equinodermos, doliolidos, nauplios de cirrepedios, misydaceos, larvas de poliquetos, huevos de peces y medusas.

La mayor densidad del zooplancton fue hacia las 17h00 (atardecer) después del estado de marea alta entre las 14h00 y 16h00. Las menores concentraciones fueron hacia el primer día y segundo día coincidentes con las cercanías de la hora de stoa (13h00 y 14h00). La abundancia del zooplancton presentó una estrecha relación con la abundancia del fitoplancton.

La mayor densidad de distribución de huevos de peces (960 org/100m^3) y huevos de invertebrados (9000 org/100m^3) se localizaron hacia el norte de la plataforma, asociados a aguas superficiales más típicas del estuario.

Larvas de equinodermos se presentaron en toda el área (E 1, 2, 3) siendo mayor hacia la superficie con rangos entre 1.700 - 2.400 org/100m^3 a las 17h00 y 12h00; a nivel subsuperficial se evidenció un núcleo de 1.633 org/100m^3 sólo al oeste de la plataforma (22h00). Estas condiciones predicen que tienen varias migraciones y posiblemente mayor requerimiento alimentario. Las larvas de poliquetos también presentaron una distribución similar a las larvas de equinodermos solo en la superficie.

Los nauplios de cirrepedios fueron ligeramente abundantes en superficie hacia el sur de la plataforma con 2.280 org/100m^3 al mediodía. Las medusas también presentaron

un núcleo de mayor frecuencia de 1.167 org/100m^3 a las 22h00 hacia al oeste de la plataforma. Naranjo (2001), evidenció un bloom de medusas como grupo dominante en el zooplancton en las cercanías de Posorja en julio/2001.

Migración nictimeral de los principales Grupos zooplanctónicos

Cladóceros.- Fue el grupo dominante tanto superficial como subsuperficial. Su distribución superficial fue principalmente al este y oeste de la Plataforma, presentó las mayores concentraciones a las 17h00 con rangos entre 13.775 - 62.400 org/100m^3, mientras que subsuperficialmente su distribución fue similar en las 4 estaciones pero sólo en las horas nocturnas, en general disminuye su densidad cerca del 60% con rangos entre 13.675-16.883 org/100m^3.

Copépodos.- Después de los cladóceros, otro grupo dominante fueron los copépodos. Su mayor densidad superficial (35.867 org/100m^3) fue hacia el este de la plataforma y al atardecer (17h00); subsuperficialmente su mayor biomasa (11.533-19.200 org/100m^3) fue hacia el sudoeste en horas diurnas (06h00 y 12h00 respectivamente), evidenciando migración vertical hacia aguas profundas en horas diurnas.

Larvas Zoea/Brachiura (Decápodos).- Es otro grupo ligeramente frecuente principalmente a nivel superficial hacia el norte y sur de la plataforma con rangos entre 11.000-11.040 org/100m^3; la menor concentración fue en las horas diurnas. Subsuperficialmente presentaron bajas concentraciones (60-867 org/100m^3). Estos resultados dan una preferencia superficial y los pocos que migran hacia el fondo (día) pueden ser la población de estadios avanzados.

Quetognatos.- La mayor densidad de este grupo se localizó hacia el este y ligeramente hacia el norte de la Plataforma con rangos entre 12.267 y 4.800 org/100m^3 respectivamente y en horas del atardecer (17h00) la densidad superficial disminuye (1.880-2.160 org/100m^3) con ligeros núcleos hacia el sur, este y oeste de la plataforma.

DISCUSIONES

Las concentraciones de clorofila "a" estimadas por la EPA (2001) y la clasificación limnológica mencionada por Lee (1992), las concentraciones de clorofila son el espejo de los nutrientes, por consiguiente siguen estrechamente los patrones de disponibilidad de nutrientes (Kirk, 1994). Bajo estas condiciones se puede mencionar que las condiciones ambientales en el entorno de la plataforma no presentaron incidencia de eutroficación, posiblemente esta bien diluida por los procesos de mareas y corrientes marinas y procesos tróficos. Sin embargo, Maridueña (1992), encontró altos valores de clorofila puntuales (23.47 y 32,86 mg/m^3) hacia el sudeste de la Isla Puná en abril/1992; Jiménez (1997), reportó valores más altos de clorofila para agosto/1998 asociados a la presencia de mareas rojas.

Kirk (1994), menciona que la migración vertical de células flageladas, en algunos casos migran hacia abajo desde la superficie tanto como la luz es más intensa hacia el mediodía y luego ascienden nuevamente durante el resto del día y la noche. No todas las especies de dinoflagelados han presentado una regular migración diurna arriba-abajo, pero en cambio parecen tener un poder de locomoción para moverse y permanecer en una profundidad en particular por la disponibilidad de nitrato en el agua. Las diatomeas planctónicas son capaces de moverse dentro del agua (segregación de mucilago), aunque ellas van en movimiento pasivo determinado por el hundimiento y la turbulencia dentro del agua, siendo menos oportunistas para encontrar nuevos núcleos de nutrientes. La migración parece ser una parte fototáctica (positiva o negativa) que se dan en algunas especies.

Algunas especies de estos dinoflagelados (<1%), han sido relacionadas como indicadores de eventos El Niño e indicadores de condiciones cálidas (Pesantes, 1980,1983; Torres y Tapia, 1998), como *B. splendormaris, C. breve, C. tripos, C. horrida, G. polyedricum, G. polygramma, O. steinii, P. bipes, P. oceanicum, P. quarnerense, P.*

elegans, Pyrophacus steinni, P. lunula, P. noctiluca; podrían ser indicadoras de incidencias de aguas cálido-oceánicas en este estudio. Otras especies de dinoflagelados estarían relacionadas con algas nocivas (Santhanam y Srinivasan, 1996) como: *Noctiluca scintillans, C. furca, D. caudata, G. polygramma.*

En sistemas estuarinos, algunas especies del fitoplancton han presentado alta sensibilidad a productos organoclorados y organofosforados, pesticidas e hidrocarburos, con efectos en la reducción de la fotosíntesis, en diatomeas disminuye la convertibilidad del carbón, inhibe el crecimiento, síntesis de la clorofila (Gordon y Prouse, 1973; Liner et al., 1976; Patin, 1992), serían pautas para futuras investigaciones en transferencias tróficas en la costa ecuatoriana.

La mayor densidad de cladóceros y copépodos fue hacia las 17h00 en estado intermedio desde la máxima a la mínima, con fase lunar intermedia entre cuarto creciente y luna llena, evidenciándose que los 2 días iniciales presentaron menor densidad, no así en los 2 días siguientes que evidenciaron mayor biomasa.

Los grupos más frecuentes como quetognatos, zoea-braquiuras, huevos de invertebrados, doliolidos, presentaron mayor densidad hacia al norte y sur de la plataforma ocurriendo lo contrario con la abundancia de Cladóceros y Copépodos que fueron más abundantes hacia el este y oeste de la plataforma. Estas asociaciones del zooplancton permitió establecer que los primeros dos días las masas de aguas fueron más características del estuario interno y los dos días siguientes fue asociada a una fuerte influencia de aguas externas. Estas condiciones predicen que tienen varias migraciones espaciales y posiblemente mayor requerimiento alimentario.

Jiménez (1981), ha mencionado que la mayor captura de atún en todo el año fue en el límite externo Golfo de Guayaquil, donde se presentaron la mayor concentración del plancton y de peces pelágicos pequeños. Sin embargo, Ortega et al., (1998), observaron bajas concentraciones de huevos de peces pelágicos pequeños (no atún) y la mayor diversidad en larvas de peces en áreas cercanas a la Isla Santa Clara. En la presente investigación también se encontraron bajas densidades de huevos y larvas de peces.

Los grupos zooplanctónicos más importantes en este estudio confirman que serían parte de la comunidad natural del Estuario Externo del Golfo de Guayaquil y que inciden en la parte interna como los principales grupos del zooplancton (Arcos y Martínez, 1984; Jiménez, 1997; Torres et al., 1998). Arcos y Martínez (1984), mencionaron que el agua entrante es más rica en oxígeno disuelto que la saliente debido al gran consumo de oxígeno por los organismos planctónicos en el interior del estuario; con el ciclo de marea el nitrato, silicato y fosfato tienen valores más altos en las mareas salientes que en las entrantes.

CONCLUSIONES

Los valores de clorofila presentaron rangos óptimos en la calidad del agua del estuario, la mayor densidad fue hacia el norte sur y este de la Plataforma, teniendo una leve influencia externa hacia el oeste de la Plataforma donde disminuyó su biomasa.

Se identificaron 49 especies de diatomeas y 54 especies de dinoflagelados. La mayor densidad fitoplanctónica fue representada por las diatomeas centricae, principalmente por *Skeletonema costatum* y *Chaetoceros curvisetus.* Los dinoflagelados presentaron la mayor diversidad de especies y menor biomasa; *Ceratium dens* fue la especie dominante, caracterizando influencias de masas de aguas externas en el estuario.

La biomasa del zooplancton estuvo representada por 28 grupos, siendo dominantes los Cladóceros y Copépodos; su mayor densidad fue hacia las 17h00; la menor concentración fue hacia el primer día y segundo día coincidentes con las cercanías de la hora de stoa (13h00 y 14h00). La abundancia del zooplancton presentó una estrecha relación con la abundancia del fitoplancton.

La influencia de algunos agrupamientos de especies planctónicas de masas de aguas oceánicas hacia la zona estuarina; la influencia de especies del afloramiento costero de la Corriente Peruana; y por la influencia de especies del Golfo interno, formando pequeños núcleos de zonas de mezclas del plancton que presentaron variabilidad diaria.

Para julio-agosto del 2001, los niveles troficos del plancton fueron representativos de alta diversidad biológica; la cadena alimenticia fue formada por *S. costatum, C. curvisetus,* Cladóceros, Copépodos, consideradas como especies autoctonas del Golfo de Guayaquil.

AGRADECIMIENTO

A los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada y al Teniente Rodney Martínez por permitir nuestra participación en el B/I ORION en el Proyecto adjunto con EDC; y por la presente publicación. Se agradece a la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad de Guayaquil) por las facilidades con el INOCAR. Al Dr. R. Jiménez por la revisión y sugerencias del presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

Arcos F., y L. Martínez, 1984. *Variación Mensual y Mareal del zooplancton en una Estación fija del Estero del Muerto, Golfo de Guayaquil. CONACYT-INOCAR, Guayaquil, Ecuador.*

Barber R., y F. Chavez, 1981. *Biological Consecuences of EL Niño. Science 222: 1203-1210.*

CAAM, 1996. *Desarrollo y Problemática ambiental del área del Golfo de Guayaquil. Comisión Asesora Ambiental.*

Cajas L., de, Cuello, D., y C. Domínguez, 1998. *Comunidades del Fitoplancton y zooplancton en el Estuario Interior del Golfo de Guayaquil. En Comportamiento temporal y espacial de las características físicas, químicas y biológicas del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo entre 1994-1996. INP, 261-284.*

Cupp, E., 1943. *Marine plankton diatoms of west coast. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds H.Sverdrup, R. Fleming, L. Miller,5(1):-1-238.*

Gordon D. y N. Prouse. 1973. *The effects of three Oils on Marine Phytoplankton Photosintesis. Marine Biology 22: 329-333.*

Jiménez R., 1976. *The Oceanography of the region north of the Ecuatorial front: Biological aspects. Presentado en Reunión de trabajo sobre el Fenómeno El Niño, FAO, Informes de Pesca, N°. 185: 335-348.*

Jiménez R. y F. Pesantes, 1978. *Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Publi. Inst. Ocean. de la Armada. 2(1): 30 pp.*

Jiménez R., 1982. *Análisis de las capturas de Atún por la Flota Pesquera Nacional de Aguas ecuatorianas en 1981. INP, Boletín informativo 3 (enero): 3-5.*

Jiménez R., 1983. *Diatomeas y Silicoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanografica del Pacífico, 2(2): 193-282.*

Jiménez R., 1997. *Plan de Monitoreo Ambiental del Campo Amistad en el Golfo de Guayaquil: Aspectos Ecológicos del Ecosistema Marino de Prospección sísmica del Campo Amistad, en el Golfo de Guayaquil. Informe INOCAR.*

Kirk J. 1994. *Ecological strategies. In Light and Photosynthesis in aquatic ecosystems. J. Kirk 2nd ed. Pp. 361-431.*

Lam N., y D. Hai, 1996. Harmful marine phytoplankton in Vietnam waters. In Harmful and Toxic Algal Blooms. Yasumoto T., Oshima Y. y Fukuyo Y. (Eds). Pp. 45-48.

Lee G. 1992. *Alternative for Trophic State Classification for water Quality Management Partell: Application of Vollenweider OECD Eutrofication Modelling Approach. Systems.*

G. Lee and Associates and Walter Rast, UNEP, Nairobi, Kenia.

Liner J., Haynes J., y M.. Klein, 1976. *The ecological impact of synthetic organic compounds on estuarine ecosystems. Ecological Research Series. EPA. 600/3-76.*

Luzuriaga M., Ortega, D., Elías E., y M. Flores, 1998. *Relaciones de abundancia entre fitoplancton e ictioplancton con énfasis en la Familia Engraulidae, en el Golfo de Guayaquil. En Comportamiento temporal y espacial de las características físicas, químicas y biológicas del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo entre 1994-1996. INP, 387-418.*

Marshall D., 1991. *Biología de las algas: enfoque fisiólogico. Ed. Noriega, Limusa.*

Maridueña A., 1992. *Aspectos generales de la distribución superficial del fitoplancton y clorofila "a" en aguas ecuatorianas durante abril de 1992. Expuesto en el Taller Internacional sobre "Indicadores Biológicos del Fenómeno El Niño en el Pacífico Sudeste". Cali, Colombia, Marzo, 1993.*

Menon N., Gupta T., Hariharan V., y H. Shetty, 1977. *Marine Plankton of Mangalore waters prepolution assesment. In Proceeding of Simposium on warm water zooplankton. UNESCO-Institute of Oceanography.*

Miro M., Jiménez R., Gualancañay E., y M. Luzuriaga, 1974. *Producción Primaria y pigmentos fotosintéticos del fitoplancton marino del Ecuador. Bol. Inst, Ocean. De la Armada CM-BIO-1/74, Guayaquil, Ecuador.*

Naranjo C., 2001. *Situación actual del zooplancton e ictioplancton para el Estudio de Impacto Ambiental, previo el Dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. Informes INOCAR.*

Ortega D., Calderón G., y M. Luzuriaga-Cruz, 1998. *Distribución del ictioplancton en la costa ecuatoriana, durante el Crucero Oceanográfico de mayo/1998. Boletín Científico y Técnico, INP (Ecuador), 16 (3): 42-51.*

Palma S., 1995. *Migración Nictimeral del Macrozooplancton gelatinoso, Villefranche-Mer Mediterraneo Noroccidental. Inv. Pesq: 261-174.*

Patin S. 1992. *Pollution and Biological Resources of the Oceans: Effect of pollulant on cultured unicellular Marine Algae. Chapter 6.*

Peribonio R. 1981. *Distribución de clorofila a y feopigmentos en el golfo de Guayaquil. Rev. Cien. Mar. Limn., 1(1): 1-7.*

Pesantes, 1980. *Distribución de Dinoflagelados en el fitoplancton del mar ecuatoriano. Tesis doctoral, Univ. De Guayaquil, Ecuador.*

Pesantes F., 1983. *Los dinoflagelados como indicadores de "El Niño" en el mar ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 2(1): 85-117.*

Rojas-Mendiola, B., 1981. *Seasonal Phytoplankton distribution along the Peruvian coast. In Coastal Upwelling. Ed. F. Richards, pp. 348-356.*

Santhanam R., y A. Srinivasan, 1996. *Impact of dinoflagelllate Dinophysis caudata bloom on the Hydrography and Fishery Potentials of Tuticorin Bay, South India. In Harmful and Toxic Algal Blooms. Yasumoto T., Oshima Y. y Fukuyo Y. (Eds). Pp. 41-44.*

Stevenson. 1981. *Seasonal Variations in the Gulf of Guayaquil a Tropical Estuario. INP. 4: 1-133.*

Smetacek V., 1997. *How mainstream biological Oceanography can profit harmful – Algal – Bloom studies and viceversa. In Harmful Algae VIII International Conference Vigo 1997. Eds. Reguera B., Blanco J., Fernández M. and Wyatt T. pp. 109-113.*

Tapia M., 2001. *Contribución del fitoplancton para el estudio de Línea Base en el Canal de Navegación al Puerto Marítimo de Guayaquil, julio/2001. Informes, INOCAR.*

Torres G., J. Landivar L, Burgos, M'Harzi, Osore M., Irigoyen X., Tackx M., and N. Daro. 1998, *Phytoplankton and Zooplankton*

community structure in the Guayaquil estuary and the Estero Salado (Ecuador). ICES International Simposium.

Torres G. y M. Tapia, 1998. *Indicadores biológicos del primer nivel trófico en la costa ecuatoriana y sus consecuencias durante ENSO 97-98. Presentado en el Taller Internacional de El Niño, Diciembre 1998, Guayaquil, Ecuador.*

Torres, G., y M, Tapia. 2000. *Estudio de Impacto Ambiental del Fitoplancton por efectos del dragado en el área de posible deposición de sedimentos en el canal de acceso de Autoridad Portuaria de Guayaquil. Informe INOCAR.*

Torres G., y M. Tapia. 2001. *Análisis y evaluación cualitativa - cuantitativa del fitoplancton en el Campo Amistad, Golfo de Guayaquil. Informes INOCAR.*

Tregouboff G. & M. Rose, 1957. *Manual de plancton del Mediterráneo. Centro Nacional de Investigación Científica. París Tomo 2. 1-207p.*

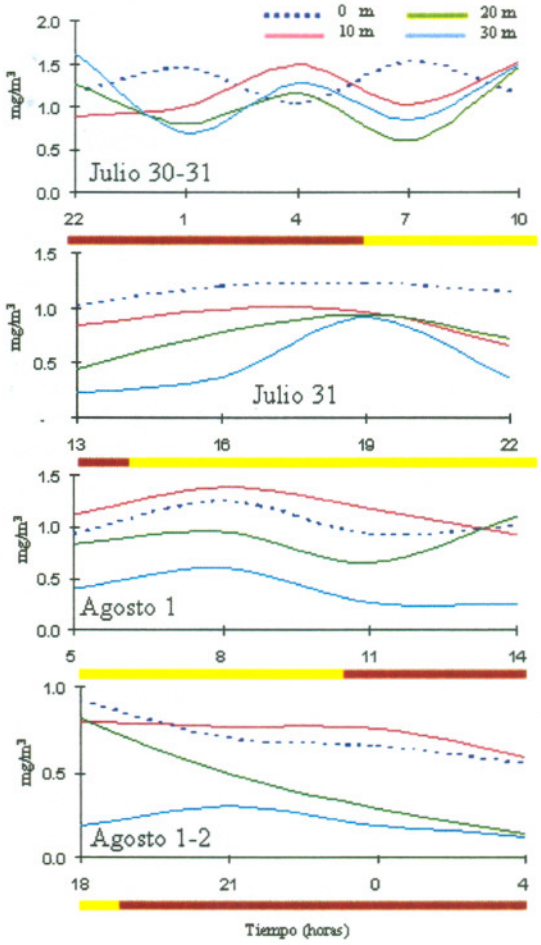


Figura 2. Variabilidad diaria de clorofila "a" en 4 días y en 4 niveles de profundidad 0m, 10m, 20, 30m de profundidad, para julio-agosto/2001. La barra inferior oscura corresponden horas nocturnas

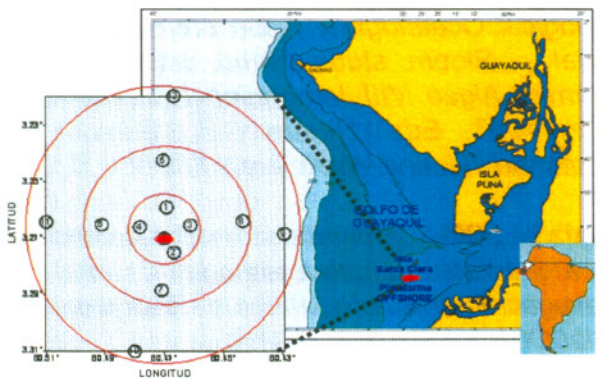


Figura 1.- Area de estudio y ubicación de las estaciones fijas (círculo central) en relación a la plataforma de Gas Offshore (punto oscuro central), realizado en julio-agosto/2001.

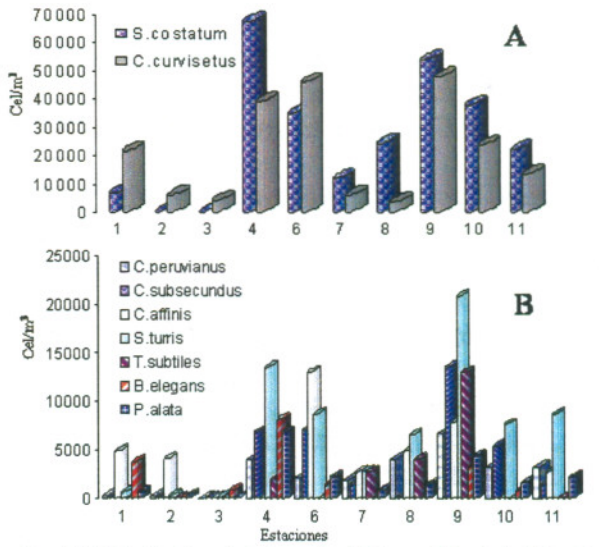


Figura 3.- Distribución de las principales especies de diatomeas (0m) más abundantes (A) y más frecuentes (B), en julio-agosto/2001 (Campo Amistad).

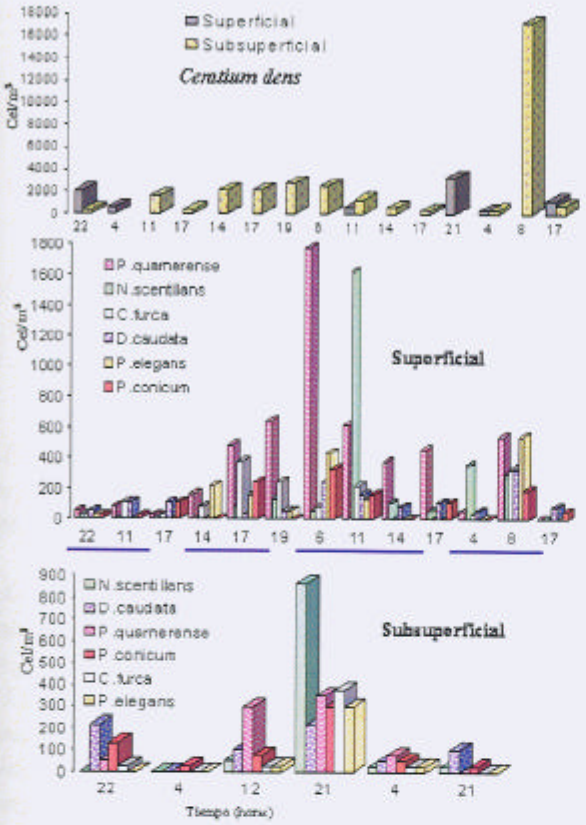


Figura 4.- Distribución de las principales especies de dinoflagelados, en julio-agosto 2001 (Campo Amistad).

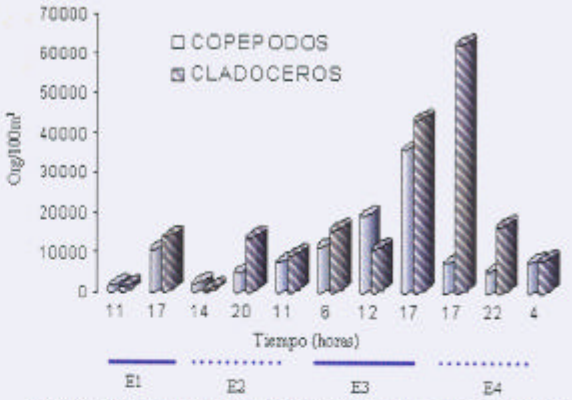


Figura 5.- Distribución de los principales grupos de la biomasa zooplanctónica y su variabilidad diaria en 4 estaciones en julio 30-agosto 2 del 2001.

Figura 6.- Distribución de los grupos zooplanctónicos más frecuentes y su variabilidad diaria en julio 30-agosto 2 del 2001.

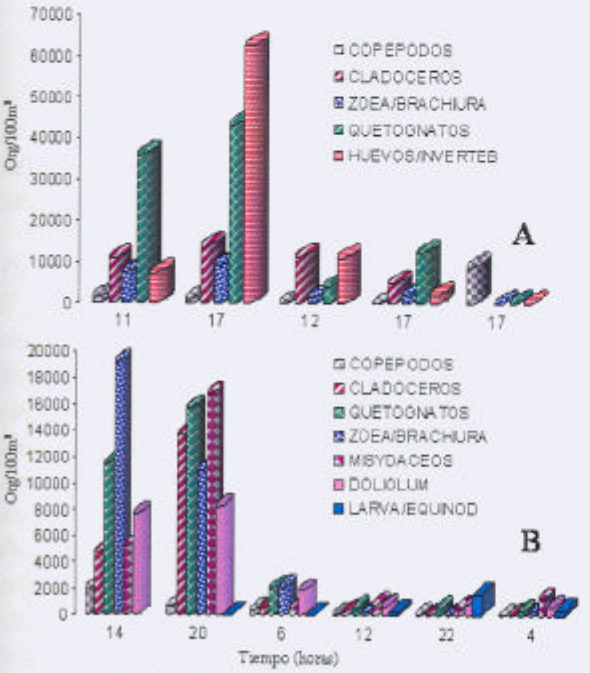


Figura 7.- Distribución de los grupos zooplanctónicos más frecuentes, a nivel superficial (A), subsuperficial (B) y su variabilidad diaria en julio 30-agosto 2 del 2001.

BIO-OCEANOGRAFÍA EN EL ENTORNO DE LA ISLA DE LA PLATA, DURANTE AGOSTO/2001

Por:
Gladys Torres (1), Tania Calderón (2),
Gregoria Calderón, Vanessa Franco(2)
y César Correa (2)

ABSTRACT

The Oceanographic Institute of the Ecuadorian Navy carried out a coastal cruise around La Plata Island in August 2001 onboard the R/V RIGEL. The main objective was to study the distribution and interaction of ecological variables affecting phyto- zooplankton and ichthyioplankton, as a tool for the evaluation of coastal marine resources.

An important aspect is the bathymetry of the area influencing the biological component. Shallower waters are found southwards allowing the occurrence of upwelling and advection processes that bring nutrient rich waters to the surface. This is shown by the high chlorophyll "a" content found in the south, favorable for phyto- and zooplankton production, also abundant in that region. The cellular biomass was composed by species that are indicative of mixed waters, warm-oceanic and upwelling waters with increased abundance towards the south. The tendency of increased biological productivity in the southern margin of La Plata Island is coincident with other ecosystems such as the Galápagos Islands and Santa Clara Island. These southern areas are important ecological niches, i.e. birds and marine mammals, decisive for coastal marine resources support. It is of extreme importance to continue the vigilance and control of these areas, specially, due to the negative effects that the proximity of commercial marine traffic may produce.

RESUMEN

El Instituto Oceanográfico de la Armada, realizó un Crucero costero en el área de la Isla La Plata en agosto 2001 en la LAE RIGEL, cuyo objetivo principal fue conocer su distribución e interacción de las variables ecológicas del fitoplancton, zooplancton e ictioplancton como componente principal para la evaluación de los recursos marinos costeros.

Un aspecto importante que estarían influenciando los resultados de la componente biológica fue la topografía submarina, que hacia el sur son aguas menos profundas y permite la ocurrencia de aguas afloradas o advectadas que aportaron un alto contenido de clorofila "a" (con valores máximos entre 0.8 a 1.10 mg/m³) asociado al alto contenido de nutrientes, condición propicia para el fitoplancton y zooplancton que fueron abundantes hacia el sur de la Isla. La biomasa celular evidenció especies indicadoras de zonas de mezclas de aguas cálido neríticas (Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia stoltherfothi, Pseudonitzschia delicatissima, P. longissima) y aguas afloradas (Thalassiosira subtiles, Messodinium rubrum, Gymnodinium sp. y Gyrodinium sp.). La comunidad del fitoplancton (red 55u) se caracterizó por la abundancia de Chaetoceros curvisetus, L. danicus, R. stoltherfothi, R. acuminata, R. imbricata y P. alata; y entre los dinoflagelados asociados a masas de aguas cálidas fueron Pyrocystis fusiformis, Protoperidinium quarnerense, Amphisolenia bidentata, Ceratium trichoceros y Ornithocercus steinii. La mayor biomasa del zooplancton fue por copépodos, quetognatos y huevos de invertebrados; sin embargo, se evidenció baja diversidad de estadios del ictioplancton. La tendencia de mayor productividad biológica hacia el sur de la Isla La Plata fue coincidente con otros ecosistemas insulares como Galápagos y Santa Clara, forman áreas de importantes nichos ecológicos en el soporte de los recursos marino costeros, aves y mamíferos marinos, y la necesidad de continuar vigilantes frente a cualquier contingencia debido a las cercanías del tráfico marítimo comercial.

INTRODUCCIÓN

En estudios de oceanografía biológica (plancton) en el Ecuador realizada en las últimas décadas se han diagnosticado dos áreas de mayor productividad biológica: la región de Galápagos y el Golfo de Guayaquil (Jiménez y Pesantes, 1978; Jiménez, 1981). Sin

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. PO. BOX: 5940, Base Naval Sur - Vía Pto. Marítimo, E-mail: gtorres@inocar.mil.ec
2 Facultad de Ciencias Naturales - Universidad de Guayaquil; Ave. 25 de Julio y Pio Jaramillo (taniacalderon@hotmail.com)

embargo, Torres (2002) en base a la distribución de mapas de clorofila "a", en las cercanías de la Isla La Plata se podría diagnosticar como un tercer componente de mayor producción (INOCAR, 2000). Varios estudios realizados en las cercanías de la Isla y frente a Manta, han evidenciado núcleos de mayores capturas de peces para octubre-noviembre 1995 (Revelo, 1995), coincidente con lo mencionado por Ortega et al., (1996), que en las cercanías de la Isla es uno de los sitios (Est.60) donde se encontró mayor concentración de larvas de peces de importancia comercial. Hacia el oeste de la Isla es ruta de tráfico naviero (comercial e hidrocarburos). Situaciones que demuestran que en el área circundante de la Isla tiene una gran importancia ecológica y económica.

El objetivo de la presente investigación, fue dar un comprensivo entendimiento de las condiciones bio-oceanográficas del fitoplancton-zooplancton-ictioplancton, y las interacciones con el medio circundante (físico, químico), procesos que son complicados cuando involucran aspectos hidrográficos costeros como áreas de afloramiento, áreas de pesca y áreas de soporte alimentario para los diferentes recursos marinos costeros planctónicos-bentónicos y aves-mamíferos marinos.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es el entorno de la isla La Plata (1°25S, 80°55W), situada aprox. 20 millas de la costa central del Ecuador (Prov. de Manabí), con una profundidad del área de estudio entre 30m hasta 100m (Fig. 1). El área es considerada de pesca artesanal y recientemente desde 1995 se incremento el turismo para la observación de ballenas y de la Isla La Plata (Felix y Haase, 1995-2001). La zona se encuentra dentro del Parque Nacional Machalilla. La parte oeste de la Isla es utilizada como ruta de trafico marítimo Internacional tanto para carga comercial y de hidrocarburos. Sus aguas son fuertemente influenciadas por el Frente Ecuatorial que agregadas las corrientes litorales y la topografía submarina local forman núcleos de afloramiento con alta productividad biológica. Esta investigación fue realizada en Agosto de 2001, correspondiendo a una época estacional seca (verano).

CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones físicas temperatura superficial del mar (TSM) fluctuaron entre 22.77°C al sudeste y de 24.4°C al noreste, presentando un núcleo de afloramiento hacia el sur de la Isla, confirmándose la existencia de aguas frías (surgencias locales) hacia el sudeste de la isla; subsuperficialmente se evidenció la posición de la termoclina entre los 30-40m de profundidad (20-17°C) hacia el lado Oeste de la Isla; mientras que al lado Este la profundidad disminuye (<40m), las condiciones térmicas de 23°C se profundizaron cerca de los 20m hacia el norte, La componente de los principales nutrientes presentó valores superficiales relativamente bajos con excepción de ciertos núcleos que confirman la presencia de surgencias; subsuperficialmente la posición de la nutriclina fue coincidente con la termoclina, se ubicó entre los 30 y 40m hacia el sur y entre 10-20m hacia el norte (*Burgos y Gamboa, 2002*).

PROCEDIMIENTOS

En agosto 2001 se realizó un crucero en el entorno de la isla La Plata abordo de la Lancha Oceanográfica LAE RIGEL con un total de 25 estaciones (Fig.1). Las muestras de clorofila y contajes celulares fueron tomadas utilizando una botellas Nansen (cierre automático), en los niveles de 0, 10, 20, 30, 40, 50 m de profundidad. Se realizaron arrastres superficiales (55u, 335 y 600um) por 10 minutos con la velocidad de 2 nudos de la embarcación; para los arrastres verticales desde los 50m hacia la superficie (55u y 335u). Las muestras fueron preservadas con formol al 3% previamente neutralizado.

Los análisis de clorofila se procedió por el método fluorométrico y como solvente se utilizó acetona al 90%; para la biomasa celular por el método de Utermohl (1958), utilizando un Microscopio Invertido y cámaras de sedimentación de 25ml. Indicadores del

fitoplancton (red de 55u) por el método de Semina, (1978); para los análisis de zooplancton se procedieron a extraer alícuotas con la ayuda del separador de Folson y se procedió a determinar la biomasa cualitativa de los principales grupos siguiendo el método de Boltovskoy (1981). De las muestras de zooplancton se separaron todos los huevos y larvas de peces, se identificaron y cuantificaron, utilizando claves y bibliografía especializada tales como Alhstron (1969), Mosser y Ahlstrom (1970), Jordán (1974).

Se realizaron mapas de distribución superficial para fitoplancton. Adicionalmente, la distribución vertical de clorofila se agrupó por estaciones ubicadas hacia el norte, sur, oeste y este. Para la distribución del fitoplancton (especies) y zooplancton-ictioplancton (grupos de mayor índice porcentual), fueron procesados en orden de estaciones norte y sur.

RESULTADOS

Distribución superficial de Clorofila "a"

El promedio de clorofila superficial fue de 0.61 mg/m3 con valores máximos entre 0.8 a 1.10 mg/m3 con valores térmicos casi estables entre 23.1-24.1°C, mientras que los nutrientes presentaron gran variabilidad de concentración con los máximos de clorofila y el desarrollo del afloramiento hacia el sudeste de la Isla de La Plata, hacia el Oeste de la Isla se evidenció el ingreso de aguas oceánicas con valores bajos de Clorofila (Fig. 2). La tendencia de los valores más altos de clorofila coincidió con rangos de temperatura entre 23-23.5°C; salinidad entre 33.7-33.8 ups; con nitrato y fosfato <1.0 ugat/l; y silicato entre 2.0-4.0 ugat/l. Sin embargo, se obtuvieron valores más altos de nutrientes que no necesariamente coincidieron con los máximos de clorofila.

La distribución subsuperficial de clorofila presentó valores bajos hacia el oeste, con un núcleo a 10m hacia al norte, mientras que la estación más cercana a la isla (Est.16) presentó un doble pico, uno a 10 m y el otro a 30 m en una profundidad del sector de 100m. Hacia el lado este de la isla las concentraciones fueron más altas con máximo hacia los 20 m de profundidad, donde el promedio de profundidad fue < 50m. Hacia el norte de la Isla, los valores de clorofila presentaron un máximo (10 m) y a medida que se avanza hacia el este se profundiza este núcleo (20 m). Hacia el sur de la isla, los valores clorofílicos fueron ligeramente mayores a los del norte, principalmente en la estación 2 a 20 m de profundidad, coincidente con las condiciones ambientales que presentaron evidencias de un proceso de zonas surgencias (Fig.3).

Distribución de la Biomasa Celular (cel/l)

Se registraron 56 especies fitoplanctónicas, siendo las diatomeas Centricae con 25 especies, diatomeas Pennatae con 14, dinoflagelados con 12, entre ciliados y flagelados 5 especies. Las especies más frecuentes fueron *Thalassiosira subtilis, Leptocylindrus danicus, Rhizosolenia stolterfothii, Chaetoceros sp., C. affinis, C. laciniosus, H. sinensis, C. curvisetus* (Centricae); *Pseudonitzschia delicatissima y P. longissima* (Pennatae) (Fig. 5); *Gyrodinium sp., y Gymnodinium sp.* (dinoflagelados); microflagelados y *Messodinium rubrum* (Fig.6). La mayor biomasa fitoplanctónica fue hacia el sudeste coincidente con la mayor biomasa de clorofila (Fig. 4). A continuación se dará un breve análisis de la biomasa a 0, 10, 20 y 30 m, niveles importantes de la productividad biológica asociados a la posición de la termoclina y nutriclina.

La biomasa superficial presentó una disminución tanto en el número de células como en su diversidad de especies (32 especies), sin embargo hay una ligera frecuencia de especies; con una ligera variación en la sucesiones de especies, siendo *L. danicus, R. stolterfothii, P. longissima, T. subtilis* (Fig. 5), algunos flagelados (epífitos y solitarios) presentaron mayor contenido hacia la parte sur de la Isla. *Gyrodinium sp., Gymnodinium sp. y M. rubrum* (Fig. 6), se presentaron en todas las estaciones con una tendencia de mayor concentración hacia el norte.

Hacia el nivel de los 10 m de profundidad, la densidad de las especies fue mayor hacia el

sur de la isla; hacia los 20 m, se notó una leve sucesión de especies siendo *T. subtilis* más abundante hacia el sur y *R. stolterfothii* hacia el norte. Hacia los 30m la biomasa tiende a disminuir presentado densidades ligeramente similares a los superficiales predominando *P. delicatissima y P. longissima* (Fig. 9), posiblemente asociadas a masas de aguas oceánicas (INOCAR, 2001). Entre los dinoflagelados las especies más frecuentes fueron *Gymnodinium sp y Gyrodinium sp.* Sin embargo, su densidad fue más abundante en la capa superficial (Fig. 6), y no se visualizó evidencias de preferencias, siendo más abundantes tanto al norte como al sur. La distribución de algunas especies estaría evidenciando la presencia de aguas afloradas hacia el sur y que ligeramente se mezclan con las del norte de la Isla.

Distribución del fitoplancton (red 55u)

Se evidenciaron un total de 112 especies, correspondiendo a diatomeas (58), dinoflagelados (51) y otros (13). Las diatomeas Centricae fueron dominantes con las siguientes especies *Leptocylindrus danicus y Thalassiosira subtiles;* y las especies frecuentes fueron *Proboscia alata, Rhizosolenia imbricata, Climacodium frauenfeldium, Chaetoceros curvisetus, R. acuminata, R. stolterfothi* a nivel superficial; *Thalassionema nitzschoides, C. affinis,C. lorenzianus, R. stolterfothi* en el vertical. Entre los dinoflagelados las especies más frecuentes fueron *Pyrocystis fusiformis, Protoperidinium quarnerence, Amphysolenia bispinosa, Ornithocercus steini, Ceratium trichoceros* a nivel superficial; y *A. bispinosa, C. trichoceros, P. fusiformis, P. quarnerence, O. steini, C. falcatum, P. noctiluca* a nivel subsuperficial. La mayor densidad cualitativa del fitoplancton fue hacia el sur (Fig. 4B).

Las diatomeas Centricae fueron más abundantes hacia el sur con preferencia en las estaciones 1, 2, 3, 4, representadas por la dominancia de *L. danicus, C. curvisetus, P. alata, R. imbricata* (Fig. 7). Entre los dinoflagelados se observó la mayor densidad a nivel superficial, que en la columna de los 50m (Fig.8), sin embargo, son especies indicadoras de condiciones cálido-oceánicas en la columna de agua y en toda el área de estudio, estarían evidenciando leves procesos de mezclas con surgencias locales. Bajo estas condiciones algunas especies de dinoflagelados han incrementado su biomasa más hacia el sur de la isla, posiblemente por el aporte de los nutrientes y condiciones más estables de temperatura; hacia el norte la menor biomasa de dinoflagelados evidencia procesos de mezclas más recientes.

Distribución del zooplancton

Las primeras observaciones de estos análisis reportaron que la abundancia del zooplancton fue hacia el sudeste y ligeramente disminuye hacia el norte. Se evidenciaron 38 grupos zooplanctónicos, presentando una ligera variación en la componente poblacional (superficial y subsuperficial), predominando los siguiente grupos: copépodos (51%), quetognatos (18%), huevos de invertebrados (11%) (Fig. 9A-9B); entre otros grupos menos frecuentes de importancia fueron los huevos y larvas de peces, huevos de zoea de brachiura y estadios larvarios de equinodermos, decápodos y poliquetos, que también conservaron un patrón de abundancia hacia el sur (Fig. 9C). Se observó un ligero incremento en la frecuencia de algunos grupos con menor porcentaje (<2%) con relación a la componente superficial.

Las larvas de equinodermos fueron más abundantes con relación a otros grupos larvarios, tanto en los muestreos superficiales y en los verticales, evidenciando la tendencia de estadios avanzados en busca de su hábitat de carácter bentónico. La preferencia de la mayor parte de los otros estadios larvales fue hacia la superficie posiblemente por alimento donde fue dominante el fitoplancton (hacia el sur de la Isla), ya que todos los muestreos fueron diurnos. La frecuencia de Radiolarios y foraminíferos estarían induciendo la mezcla con aguas de procedencia oceánica dentro del área de estudio.

La mayor frecuencia de quetognatos, huevos y larvas de peces en el entorno de la Isla encontrados en agosto/2001, y algunas evidencias de su abundancia en áreas cercanas a Manta en septiembre 1974 (Jiménez y Bonilla, 1980), hacen presumir que son componentes bióticos característicos

de áreas de alta productividad.

Distribución del Ictioplancton

Del análisis con red de 335 µ (arrastres superficiales y verticales), se identificaron un total de 7.714 huevos/10m^2 correspondiente a 9 familias, y 3.777 larvas/10m^2, que pertenecen a 8 familias, obteniéndose los siguientes resultados.

La mayor densidad de huevos de peces en arrastres verticales se encontró en las estaciones 12, 5 y 2 con valores de 1125 y 563 huevos/10m^2. La distribución de los huevos estuvo representada en toda la zona de estudio, por huevos en estado de fase inicial (30%), seguida de las familias Synodontidae, Anguillidae y Gonostomatidae, y en menor cantidad las familias Engraulidae, Carangidae y Sciaenidae (Fig. 10). En agosto de 1996, Ortega et al., (1998), han reportado la mayor concentración de huevos y larvas de peces de interés comercial cerca de esta Isla lo que coincide con los resultados obtenidos en este muestreo.

El análisis superficial se encontró alto porcentaje de pre-larvas de peces (50%), seguido de los huevos de las familias Sciaenidae con el 25%, en fase Inicial (morula, blástula y gástrula) con el 21%, Bathylagidae 18% y las larvas de las familias Carangidae, Anguillidae y Myctophidae con el 17 %, en menor cantidad se encontraron presentes los huevos de las familias Pleuro-nectidae, Anguillidae y Synodontidae con el 9 %, Carangidae y Engraulidae con el 5 %.

En los arrastres verticales, la mayor abundancia de larvas de peces fue hacia las estaciones 17 y 5 con 723 y 482 larvas/10m^2, la menor cantidad de larvas fue registrada en las estaciones 2 y 4 con 161 y 241 larvas/10m^2. Las familias más representativas fueron Carangidae con el 30%, Sciaenidae y Prelarvas con el 10%, y en menor cantidades las familias Bregmacerotidae, y Gonostomatidae con el 5% (Fig. 11).

DISCUSIONES

Las primeras investigaciones realizadas por INOCAR a finales de octubre 1973, involucran investigaciones en las cercanías de la Isla La Plata (Est. 14), las mismas que evidenciaron baja concentración de clorofila (<0.2 mg/m^3) entre la capa superficial hasta los 30m de profundidad (Jiménez y Pesantes, 1978). Posteriormente en sep/1974, Jiménez y Bonilla (1980) también reportaron bajas concentraciones de clorofila (<0.2 mg/m^3). En diciembre 2000 se registraron altos valores superficiales de clorofila (2.27-1.09 mg/m^3). Posiblemente las condiciones oceanográficas fueron muy diferentes en los valores clorofílicos antes mencionados y con resultados para agosto 2001.

Las especies indicadoras del afloramiento (*T. subtiles y C. affinis*) se han presentado con mayor frecuencia en el muestreo vertical y con mayor tendencia hacia el sur de la isla; resultados que implican una leve intrucción de aguas frías superficiales hacia el sur de la Isla. La abundancia superficial de *L. danicus* confirmarían la presencia de aguas cálidas, según lo mencionado por Torres (1996); sin embargo, esta especie ha sido evidenciada como frecuente desde en mayo-2001 y abundante en julio tanto para La Libertad y Manta (10 millas costa afuera); mientras que en los muestreos simultáneos entre Manta, La Plata y La Libertad para fines de agosto-2001, cuyos resultados reflejaron para Manta baja biomasa del fitoplancton, alta biomasa y diversidad de diatomeas y dinoflagelados en La Libertad y La Plata (Informes Estaciones Fijas-INOCAR), notándose su gran variabilidad en áreas costeras tan cercanas.

Se encontraron tres especies como *Gymnodinium sp., Gyrodinium sp.,* y *M. rubrum* que tienen referencias de ser causantes de marea roja en aguas ecuatorianas (Veintimilla-Arcos, Jiménez, 1989, 2001). Veintimilla-Arcos (1982), reporta un evento de marea roja en las cercanías de la Isla La Plata (Est.43) para marzo/1981 causada por *M. rubrum*; con temperaturas entre 26.1-27.2°C con valores de nutrientes ligeramente similares con los de esta investigación, pero con diferencias en la composición de especies (biomasa celular). *M. rubrum* es la especie que más frecuencia de eventos de marea roja ha presentado durante los últimos 30 años (Jiménez, 1989;

Torres, 2000), siendo el más reciente ocurrido a fines de abril hasta mediados de mayo/2001 entre la Puntilla Santa Elena hasta la parte central de la costa ecuatoriana (Informe INOCAR, 2001). Según Jiménez (com.personal/Jornadas Biológicas 2001), se han venido registrando estos eventos en algunos sitios de la costa de Manabí durante el año 2000.

Las especies fitoplanctónicas (red 55u) colectadas en agosto 2001, presentaron condiciones ligeramente cálidas y su composición presentó una leve diferenciación con las especies más abundantes reportadas por Coello (1995) y las encontradas en diciembre 2000 (INOCAR, 2000) en las cercanías de la Isla La Plata, condición que podría estar asociada al aporte de masas de aguas cálido-oceánicas que fueron registradas durante el crucero de septiembre 2001 (Torres et al., éste texto). Los registros de flagelados (epifitos y solitarios) y microflagelados presentaron mayor contenido hacia la parte sur de la Isla.

Aunque el promedio de la media normal de temperatura superficial es de 22.3°C para agosto, los datos durante esta investigación fueron ligeramente superiores (22.8 a 24.4°C) y un promedio de 23.9°C; condiciones ambientales que se relacionan con la frecuencia de algunas especies de condiciones cálidas del fitoplancton y así mismo evidencias de especies indicadoras de aguas afloradas, estas interrelaciones confieren conceptos de gran importancia ecológica (Ramírez, 1999).

Las características químicas de los principales nutrientes reflejaron irregularidad en la columna de agua, posiblemente por la influencia estacional de diferentes masas de aguas de diferente procedencia frente a la costa ecuatoriana ya evidenciadas por Solórzano y Suéscum (1991). Será necesario en próximas investigaciones conocer los movimientos de corrientes cuya dinámica es poco conocida y necesaria para comprender la procedencia de altas concentraciones de silicato encontradas en agosto 2001 y lo mencionado en Veintimilla-Arcos (1981).

CONCLUSIONES

El comportamiento de la termoclina y nutriclina obedece al perfil topográfico submarino del entorno de la Isla, que regulan los núcleos del fitoplancton (10 a 30m), con una intensidad solar constante (10-12 m lecturas del disco Secchi) incidente sobre la capa de mezcla de mayor productividad biológica.

La mayor densidad de la biomasa del fitoplancton y zooplancton se observaron hacia el sur de la Isla La Plata, coincidente con la distribución de otros ecosistemas insulares del mar ecuatoriano (Galápagos y Santa Clara); procesos que son asociados a la manifestación de afloramiento y cercanías del Frente Ecuatorial, son consideradas como áreas de mayor productividad biológica.

La variabilidad registrada con la densidad clorofila y la alta diversidad de especies del fitoplancton posiblemente sean la respuesta a la variabilidad de los nutrientes (silicato), distribuidos en una capa superficial térmica ligeramente más cálida de lo normal registradas en Agosto/2001, época seca (verano), con mayor concentración zooplanctónica e ictioplánctónica distribuidos hacia el sudeste, coincidente con el avistamiento de ballenas y aves marinas propias de este ecosistema marino durante este mes.

Las condiciones ambientales térmicas y nutritivas reflejaron la incidencia de un núcleo principal de afloramiento localizado hacia el sur de la isla y la biomasa planctónica se desarrolla en el entorno del afloramiento. La distribución del nitrato y fosfato reflejaron la incidencia del efecto isla (mayor concentración hacia la isla). La mayor densidad del fitoplancton se ubicó sobre la termoclina y asociado con la nutriclina.

La cadena alimenticia en el entorno de la isla, sugiere que los principales grupos del primer nivel trófico fueron las diatomeas; del segundo nivel fueron los Copépodos, componentes de buena calidad nutricional. Sin embargo, la alta densidad de flagelados, ciliados y dinoflagelados nos da la alerta

sobre posibles eventos de mareas rojas durante eventos cálidos (El Niño) y/o eventos fríos (La Niña).

Se observó una alta frecuencia de huevos de Invertebrados marinos (desoves planctónicos y bentónicos). Pero se evidenció un sólo núcleo al noreste de desoves de peces con el 1% de la biomasa total, que podría considerarse como baja para la época de agosto, considerado como un mes de desove en La Libertad (Luzuriaga-Cruz et al., 1998) y al norte de Perú (Santandeer y Castillo, 1977), posiblemente sea la respuesta a una pesca desordenada en áreas muy costeras coincidente con lo mencionado en Sonnenholzner (2001).

Los huevos de peces se encontraron representando el 30% del ictioplancton, en estado de fase inicial (morula, blástula y gástrula) del total de la muestra al igual que la Familia de los Carangidae en las larvas de Peces. La mayor distribución y concentración de huevos de peces se presentó hacia el noreste de la Isla. La mayor diversidad se presento en huevos de peces, pero con bajas concentraciones de larvas de peces (superficial y vertical).

Podemos concluir que la parte sur de la isla La Plata forman nichos ecológicos de importancia en el soporte (áreas de desove, larvas y estadios juveniles de invertebrados marino-costeros) y la necesidad de continuar vigilantes frente a cualquier contingencia debido a las cercanías del trafico marítimo comercial.

AGRADECIMIENTOS

A los Directivos del Instituto Oceanográfico por realizar estas investigaciones. Al Teniente E. Pinto por su apoyo en la gestión de este proyecto. Al Dr. R. Jiménez por la revisión y sugerencias del presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

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 Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino. Museo Argentino.

Burgos L., y M. Gamboa, 2002. Condiciones físico químicas en el entorno de la Isla de la Plata. Acta Oceanográfica del Pacífico (en este texto).

Coello D., 1995. Distribución del fitoplancton frente a la costa ecuatoriana durante noviembre de 1995. Boletín Científico y Técnico, INP (Ecuador), XIV (2): 60-68.

Cupp, E., 1943. Marine plankton diatoms of west coast of North America. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds. H. Sverdrup, R. Fleming, L. Miller and C. Zobell., 5(1): 1-238.

Felix F., and B. Haase, 1996. La investigación de la Ballena Jorobada (Megaptera novaeangliae) alrededor de la Isla de la Plata, Manabí, durante 1995. Fundación Ecuatoriana de Mamíferos Marinos.

Felix F., and B. Haase, 2001. The humpback whale off The Coast of Ecuador, population parameters and behavior. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 36 (1).

INOCAR., 2001. Atlas Oceanográfico Interactivo. Instituto Oceanográfico de la Armada, www.inocar.mil.ec.

Jiménez R. y F. Pesantes, 1978. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Publi. Inst. Ocean. de la Armada. 2(1): 30 pp.

Jiménez, R. 1981. Composition and distibution of Phytoplankton in the upwelling system of the Galapagos Islands, INOCAR. In Coastal Upwelling. Ed. F. Richards, pp 327-337.

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

Jiménez R., 2001. Red Tides in Ecuador during La Niña 2000. Newslether Harmful.

Luzuriaga-Cruz, M., Ortega D., y E. Elías, 1998. Aspectos bioecológicos del ictioplancton en la Estación Fija de La Libertad durante 1997. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), 9 (1): 145-151.

Luzuriaga-Cruz M., y E. Elías, 1999 a. Distribución del ictioplancton en el mar ecuatoriano durante marzo de 1999. Bol. Cientif. Tec; INP Guayaquil – Ecuador

Ortega D., Elías E., y C. Zurita, 1996. Distribución del Ictioplancton y zooplancton en la costa ecuatoriana, septiembre/1995. Boletín Científico y Técnico, INP, 14(1): 52-64.

Ortega D., y E. Elías, 1996. Distribución del Ictioplancton y zooplancton en el Golfo de Guayaquil y costa central de Manabí durante noviembre/1995. Boletín Científico y Técnico, INP, 14 (4): 68-76.

Ortega D., Calderón G., y M. Luzuriaga-Cruz (1998). Ictioplancton presente en la Costa Ecuatoriana durante mayo de 1998. Bol. Cientif. Tec; INP Guayaquil – Ecuador 16 (3): 42-51

Revelo W., 1995. Distribución y abundancia de los recursos demersales de la Plataforma Continental del Ecuador durante octubre de 1995. Boletín Científico y Técnico, INP, 14 (2): 1-39.

Santander H., y O. del Castillo, 1977. Ichthyoplankton from the Peruvian Coast. In Proceeding of Symposium on warm water Zooplankton. National Institute of Oceanography-UNESCO.

Solórzano L., y R., Suéscum, 1991. Características químicas del Mar Ecuatoriano durante el período Pre Invernal (septiembre-diciembre de 1990). Boletín Científico y Técnico, Instituto Nacional de Pesca.pp. 27-50.

Sonnenholzner, J., 2001. Desarrollo de Pruebas Inmunitarias en Echinometra vanbrunti (EHINODERMATA; ECHINOIDEA) para identificación de marcadores de estrés ambiental. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil.

Torres G., 1996. Distribución de la densidad fitoplanctónica en una estación fija costera La Libertad (Ecuador), durante 1989-1993. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), 8(1): 39-49.

Torres G., 2002. Distribution of Chlorophyll "a" in the Ecuatorial Pacific Ocean, during 1988-1989 (Ecuador). Paper presented in the Simposium International "The Colour of Ocean Data and information management with special attention to Biological", in Brussels, November, 2002. In Press

Torres G. Mero M., Calderón T., Franco V., y E. Salazar. Distribución del plancton en el mar ecuatoriano durante septiembre 2001. Acta Oceanográfica del Pacífico.

Tregouboff G. & M. Rose, 1957. Manual de plancton del Mediterráneo. Centro Nacional de Investigación Científica. París Tomo 2. 1-207p.

Veintimilla-Arcos, T., 1982. Mareas rojas en aguas ecuatorianas. Revista de Ciencias del Mar y Limnología, INP. 1(2): 115-127

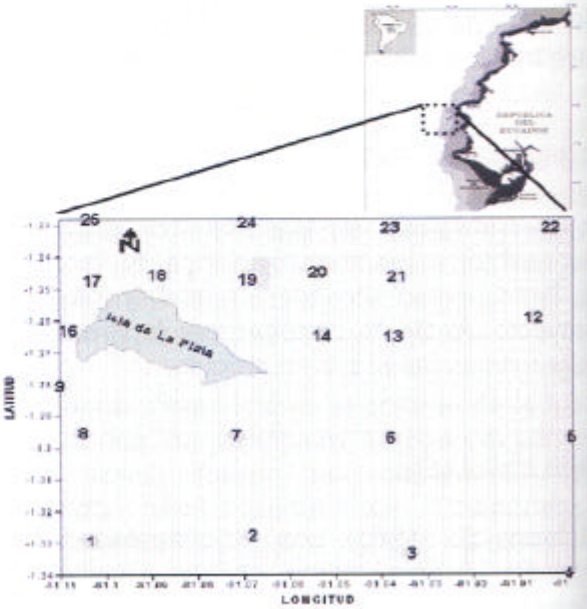


Figura 1. Situación geográfica de la Isla de La Plata y posición de las estaciones del crucero realizado en agosto 2001 a bordo de la LAIKA II/01.

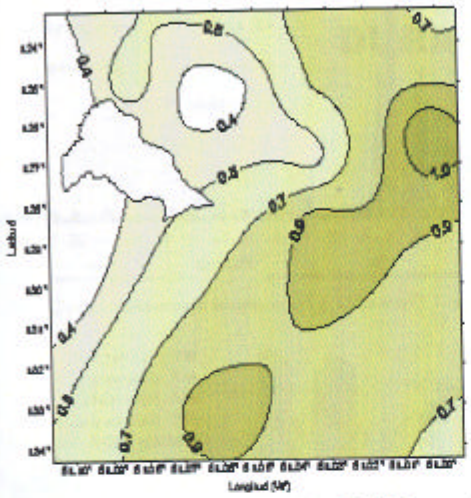


Figura 2. Distribución superficial de clorofila "a" en agosto 2001.

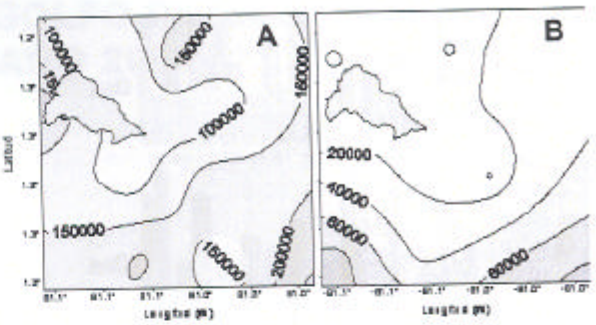


Figura 4. Distribución superficial del fitoplancton: A) Biomasa celular (Cel/l), B) Biomasa cualitativa con red de 55u (ce\l/m³) de aguas adyacentes de la Isla de La Plata (Ago/2001).

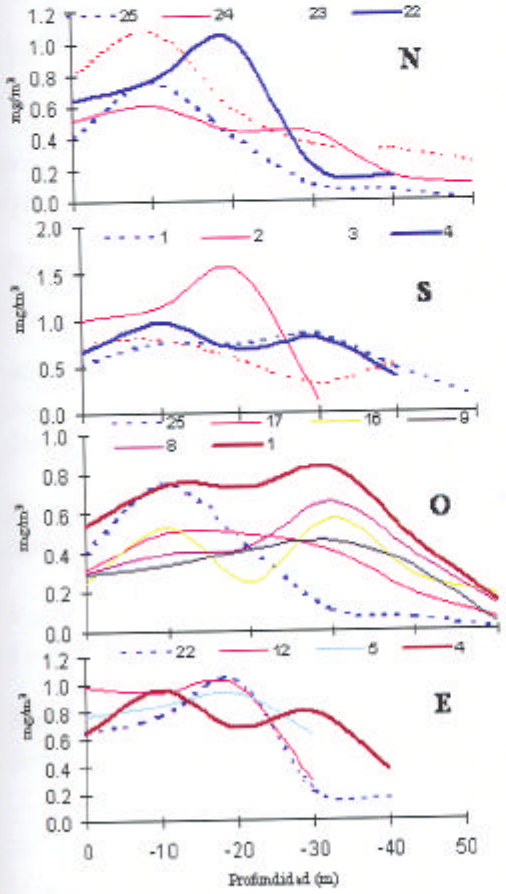


Figura 3. Distribución vertical de Clorofila "a" dispuestas en estaciones ubicadas hacia el Norte (N), hacia el sur (S), hacia el lado Este (E) y hacia el Oeste (O) en el entorno de la Isla de La Plata.

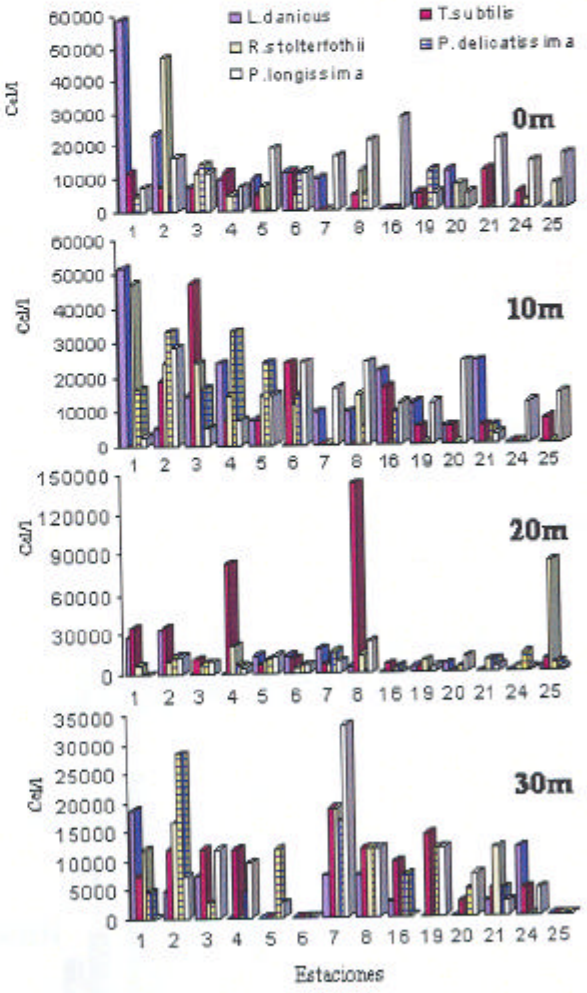


Figura 5. Distribución de las principales especies de diatomeas en el entorno de la Isla de La Plata (Ago/2001).

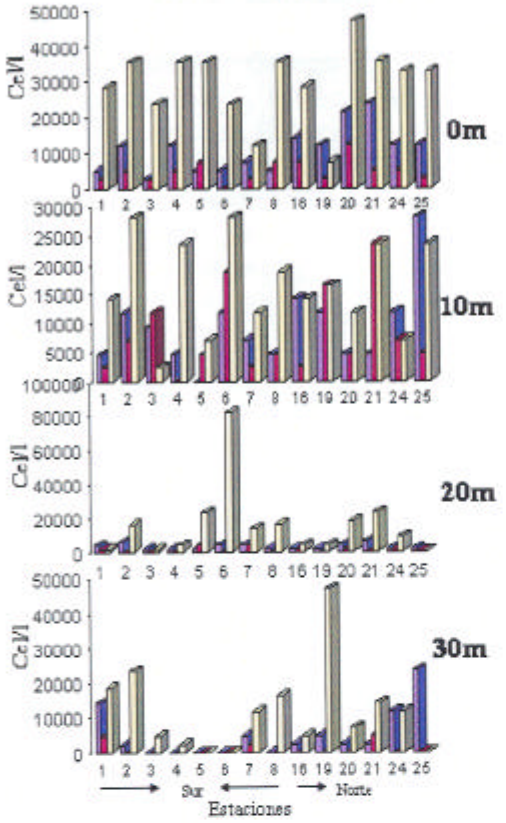


Figura 6. Distribución de *M. rubrum* (azul), *Gymnodinium spp.* (vino) y *Gyrodinium spp.* (amarillo) en el entorno de la Isla de La Plata (Ago/2001).

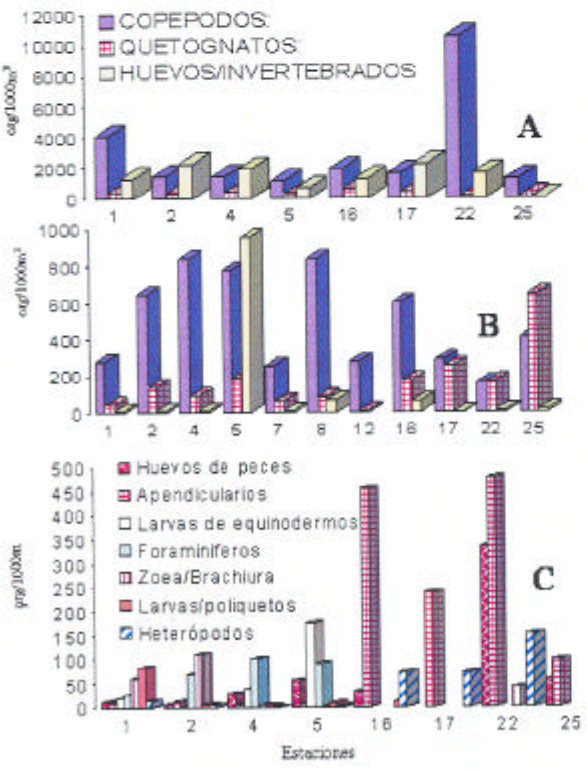


Figura 9. Distribución de los principales grupos zooplanctónicos superficial (A) y subsuperficial (B), otros grupos de importancia ecológica-recursos (C), en el entorno de la Isla de la Plata en agosto 2002.

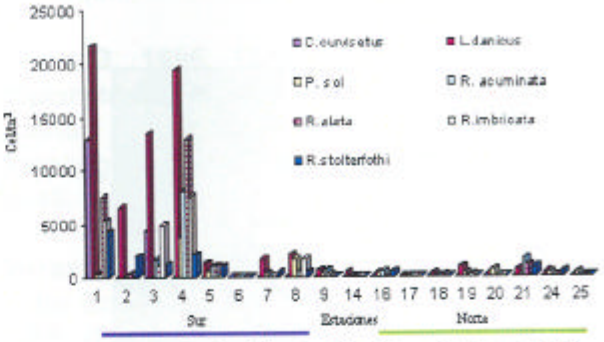


Figura 7. Distribución de las principales diatomeas Centrices (cel/m³).

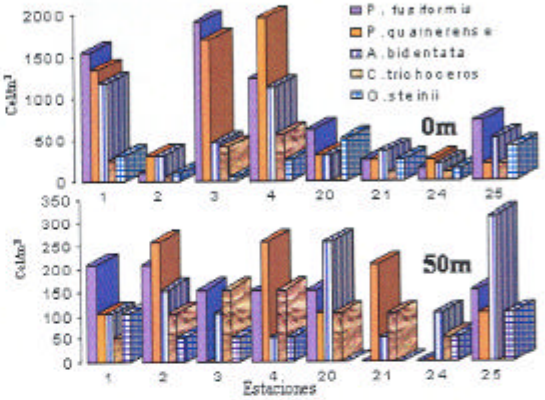


Figura 8. Distribución de los principales dinoflagelados (cel/m³) en los arrastres superficiales (0m) y vertical (50m).

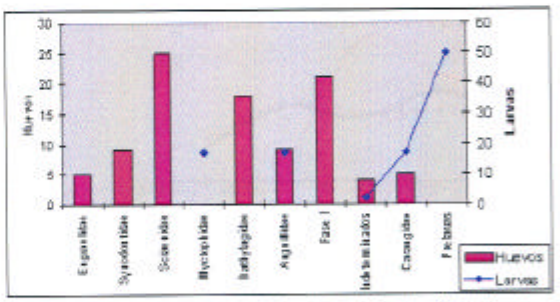


Figura 10. Distribución superficial (%) de las principales familias del ictioplancton (335u).

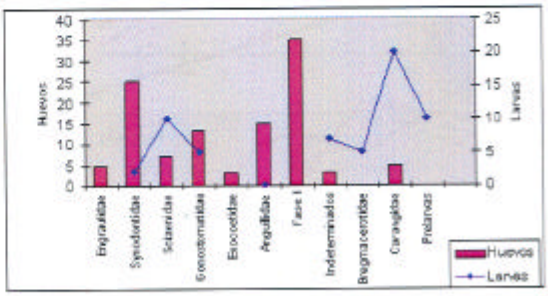


Figura 11. Distribución vertical (%) de las principales familias del ictioplancton (335u).

COMPOSICIÓN Y VARIACIÓN ESTACIONAL DEL FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON Y MICROBENTOS EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL, DURANTE EL AÑO 2003*

Por:
Elena Gualancañay (1)
María Elena Tapia (1)
Christian Naranjo P (1)

ABSTRACT

The present work comprehends the study of the qualitative and quantitative distribution of the phytoplankton in the Gulf of Guayaquil, during two season: Winter and Summer.

There were identified 63 species in water samples and 79 species in samples with net of 50u in the community of the phytoplankton. The diatoms prevailed dominant and in smaller concentration the dinoflagellates, cianobacters flagellates and tintinnoids.

The cell biomass was represented by Paralia sulcata and Skeletonema costatum, they were the most abundant species in all the area.

In net samples of 50u the dominant species were: Polymyxus coronalis, Thalassiotrix frauenfeldii, Pseudonitzschia longissima y especies bénticas: Coscinodiscus perforatus y Cyclotella menenghiniana.

The most biomass of zooplankton was registered at the 17 ava bright and the less productivity of zooplankton was registered at Daule River however it was observed a coexist a good diversity of zooplankton groups during wet season.

Stablishment that the species of chaetognatha has a distributions variability in the space and temporal, during september was observed the hight diversity and destacated the most individual numbers density of S. peruviana, S. bodoti and S. neglecta at the Canal of Cascajal and Posorja areas.

It was observed a broad distribution main of the species S. bedoti and S. neglecta in the Guayas river ecosystem where it was registered sporadic at 23 stations located near of Mondragon Island until the Canal of Cascajal.

It was reported to first registered the species S. bedoti and S. neglecta at the stations denominated second of Perimetral bright and it is distribution continued until the Portete and 17 ava brights localizated at interior ramal of Estero Salado during wet season.

In the related to the study of the microbenthics, it is sought to study the composition of species and the relative abundance of the species of the benthics microflora and of the benthics microfauna and their relationship with environmental factors.

RESUMEN

El presente trabajo comprende el estudio de la distribución cualitativa y cuantitativa del fitoplancton en el Golfo de Guayaquil, durante dos épocas: Húmeda y Seca.

Se identificaron 63 especies de fitoplancton en muestras de agua y 79 especies en muestras de red (50u). Las diatomeas fueron dominantes y en menor concentración se observaron los dinoflagelados, cianobacterias, flagelados y tintinnidos.

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Base Naval Sur. Guayaquil - Ecuador. E-mail: biologia@inocar.mil.ec
* Trabajo presentado en las Jornadas Ecuatorianas de Biología, Guayaquil

La biomasa celular estuvo representada principalmente por Paralia sulcata y Skeletonema costatum, especies que fueron la mayor abundancia en el área de estudio.

En muestras de red se observaron especies estuarinas: Polymyxus coronalis, Thalassiotrix frauenfeldii, Pseudonitzschia longis y especies bénticas: Coscinodiscus perforatus y Cyclotella menenghiniana..

El propósito del presente trabajo con respecto al zooplancton está orientado a conocer los cambios en la composición, abundan diversidad del zooplancton y en particular el Phyllum Chaetognatha con el objetivo de relacionar la distribución de las especi Quetognatos con los parámetros físicos.

Se establece que la mayor biomasa del zooplancton se encontró en el área del puente de la 17ava y la menor producti zooplanctónica se registró en el área de río Daule, que coexiste con una buena diversidad de grupos zooplanctónicos duran época húmeda.

Con relación a las especies de Quetognatos se establece una variabilidad espacio temporal determinándose durante la época hú la presencia de una mayor riqueza específica, resaltándose que la mayor densidad poblacional de las especies S. peruvian bedoti y S. neglecta en el área de Canal de Cascajal y en Posorja.

Se presentó una amplia distribución principalmente de las especies S. bedoti y S. neglecta en los ecosistemas del Río Guayas a empieza su presencia esporádica desde la estación 23 ubicado frente a la Isla Mondragón hacia el exterior de la desemboca del Río en el canal de Cascajal.

Se reporta por primera ocasión la presencia de S. bedoti y S. neglecta en las estaciones localizadas en el 2do puente Perimetral y ampliando la distribución hacía los puentes Portete y 17ava ubicado en un ramal interior del Estero Salado du la estación húmeda.

En lo relacionado al estudio del microbentos, se pretende estudiar la composición específica y la abundancia relativa de las esp de la microflora béntica y de la microfauna bentónica y su relación con factores ambientales.

INTRODUCCIÓN

El Golfo de Guayaquil representa uno de los recursos hídricos más importantes de la zona costera del Pacífico Sudeste, tanto por su riqueza turística como por los innumerables recursos bióticos y abióticos que él encierra; sin embargo, en lo que se refiere especialmente al estuario interior del mismo, desde hace muchos años, la ciudadanía lo ha utilizado como fuente de desechos, ya que ha soportado durante varias décadas la introducción del detritus de la ciudad de Guayaquil, los efluentes crudos de la zona industrial, los sedimentos y desechos agroquímicos provenientes de la cuenca hidrográfica del río Guayas (M. Valencia, C. de Ordóñez & A. de Morán, 2000).

El estero salado es un ramal del estuario interior del Golfo de Guayaquil, cuyas ramificaciones en su extremo norte, circundan el borde sur-occidental de la ciudad de Guayaquil. Esta área, identificada como urbana, recepta los desechos domésticos una población aproximada de 3 millones habitantes y los residuos industriales tratados de un 50% de las industrias de ciudad de Guayaquil. El flujo de la desca citadina, receptado por esta sección estero, alcanza un volumen de 100 m^3/ (Arriaga,1976).

Su elevado contenido de materia orgán disuelta y suspendida, incrementa demanda bioquímica de oxíge Afortunadamente la amplitud de la marea el estero es de unos 3 m de altura, amorti el impacto de los desechos sobre condiciones ecológicas de sus aguas. obstante, los estudios realizados por algu investigadores, muestran signos de contaminación creciente, cuya repercusión los organismos vivos no ha sido toda cuantificada (Solórzano y Viteri,1981).

En la boca del estuario está la isla Puná, que determina la existencia del canal de Jambelí (por el que fluye el agua dulce del Guayas y del canal del Morro que inicia la conformación del estero salado. Cerca de la ciudad de Guayaquil. El estero salado y el río Guayas se unen mediante una esclusa. La expansión urbana que avanza hacia el sur ha ocupado varios kilómetros del estero. El estuario contiene la mayor área del manglar del país. El origen del estero salado se debe al aporte sedimentario del río Guayas. Los sedimentos han constituido un complejo sistema de islas separadas por canales de mÁrea hasta llegar a separar los actuales cauces del río Guayas y del estero salado, constituyendo una larga barrera desde la ciudad de Guayaquil hasta las proximidades de la isla Puná (Pesantes, 1998).

Stevenson (1981), en su trabajo acerca de las "Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil", evaluó las condiciones físicas, químicas y biológicas de esta área concluyendo que las aguas del Golfo son biológicamente fértiles y que la abundancia del zooplancton bajo la superficie es 10 veces superior que el superficial en el estuario exterior durante marzo y abril, mientras que en el interior, la abundancia subsuperficial del zooplancton es hasta 20 veces superior a la superficial.

Estudios hidroquímicos y de producción primaria realizados por INOCAR han reportado valores altos de biomasa zooplanctónica, nutrientes, clorofila y fitoplancton para toda la columna de agua y para todas las épocas del año en el Golfo y áreas adyacentes (Jiménez, 1976).

Arcos (1979), en el estudio de la biomasa planctónica y distribución de los copépodos en el estuario interior; reportó que los mayores volúmenes correspondieron al nivel subsuperficial identificando 40 especies de copépodos, pertenecientes a 16 familias y 21 géneros los cuales fueron correlacionados con las características ambientales que permitió sugerir la posible utilización como indicadores de masas de agua.

Existen algunos trabajos realizados por diferentes investigadores, así tenemos que las primeras mediciones de la biomasa del zooplancton en el Golfo de Guayaquil fueron realizadas en cruceros internacionales en el Pacífico Oriental, en las cuales se incluyeron unas pocas estaciones adyacentes al área de estudio (CAAM 1996).

Área DE ESTUDIO

El Golfo de Guayaquil es considerado como el estuario tropical más grande y fértil del mar ecuatoriano y del Pacífico Oriental, comprende dos regiones perfectamente definidas:

La región estuarina exterior originado cerca de la Isla Puná (localizada en su interior en los 80° 15" W) y que termina hacia los 81° W.

La región estuarina interior: Se extiende aguas arriba unos 75 Km. desde la isla Puná y se estrecha para formar el canal del río Guayas, comprende los canales del Morro y Jambelí hasta la línea imaginaria que pasa por el borde occidental de la Isla Puna. (Stevenson M., Op. Cit).

Para el presente estudio se realizaron dos muestreos:
1.- Estación lluviosa
2.- Estación seca

Estación lluviosa:

Para el presente estudio del fitoplancton, zooplancton y microbentos, correspondiente al 31 de Marzo al 3 Abril de 2003 (estación lluviosa), se desarrolló en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, estableciéndose 5 áreas (Figuras 1a y 1 b).

Área 1:
Rió Daule representado por las estaciones 1, 4, 10, 11, durante las fases de marea.

Área 2:
Río Babahoyo representado por las estaciones 12, 13, 15, 16.

Área 3:
Río Guayas distribuidas las estaciones 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28.

Área 4:
Estero Salado ubicadas las estaciones en los Canales de Matorrillos, Canal de Naranjal, Chupadores grandes, Isla Puná, Canal de Cascajal, Posorja, Boyas 48, boyas 58, boyas 69 y Puerto Marítimo.

Área 5:
Puentes de la ciudad de Guayaquil representado por las estaciones de Puente 5 de Junio, Puente 17ava, Puente Portete, 2 do Puente de la vía Perimetral, y en las estaciones denominadas Estero las Ranas y Diques.

Estación seca

En la época seca se realizó muestreos de plancton durante los días 3 al 8 de septiembre comprendido las siguientes áreas: (Fig. 1a)

Área 1:
Río Daule, estableciéndose exclusivamente 2 estaciones, una frente a la Toma de Agua Potable y otra en la estación 7 localizada en esta área.

Área 2:
Corresponde al río Guayas distribuyéndose las estaciones de norte a sur que corresponden a las estaciones 20, 21, 24, 27 y 29 ubicadas en el área 3 durante la época húmeda.

Área 3:
Estero Salado corresponde exclusivamente a las estaciones localizadas en Puerto Marítimo y en la zona de Cuarentena.

Área 4:
Corresponde a la zona de los Puentes de la calle Aguirre, 17 ava, Portete, 2do Puente de la Perimetral, que incluyen las estaciones ubicadas en el Estero Las Ranas y los Diques

METODODOLOGIA:

FITOPLANCTON

Para la obtención de las muestras de fitoplancton cualitativo y cuantitativo se utilizó una pequeña embarcación. La posición de las estaciones se las realizó con la ayuda de un GPS, efectuando toma de muestras de agua en superficie.

El contenido de muestras para Clorofila *a* fue dependiente de la lectura del disco sechii que osciló entre 300 ml y 600 ml, de agua superficial, las muestras fueron filtradas con la ayuda de una bomba al vacío utilizando filtros de fibra de vidrio Whatman (0.40 micras), previo a la filtración se adicionó 2 ml de carbonato de magnesio.

Los filtros fueron colocados en 10 ml. de acetona al 90% en frascos de vidrio de 25ml. y cubiertos con papel aluminio bajo refrigeración por 24 horas. En un fluorómetro de marca TURNER se leyeron las densidades ópticas de clorofila *a* se adicionó 2 gotas de ácido clorhídrico al 5% para convertir la clorofila a en feopigmentos, las lecturas se realizaron directamente en el tubo de fluores-cencia. Para los cálculos se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 17 (1966).

Para efectuar los contajes celulares se empleó el método de Utermohl y se fijaron con solución de lugol. En el Laboratorio, las muestras previamente se homogeneizaron y se colocaron en cámaras de sedimentación de 25 ml por un período de 24 horas y examinadas en un microscopio invertido a 400X de magnificación, mediante formulación los datos son convertidos en cel/l.

Para los análisis cualitativos del fitoplancton se efectuaron arrastres superficiales con una red de 50 micras durante 5 minutos a una velocidad de 2 nudos, e inmediatamente las muestras fueron fijadas con formol al 4% previamente neutralizado con bórax.

Para el análisis de cada muestra se obtuvieron 2 alícuotas homogeneizadas, colocadas en un portaobjeto y sobrepuesto en un cubreobjeto de 20 x 20mm, en un microscopio binocular, recorriendo toda el área del cubreobjeto, los datos son expresados en cel/m^3. Para la identificación de especies fitoplanctónicas, se utilizó los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), autores que han investigado las especies del Golfo de

Guayaquil; y otros textos como Boltovskoy (1995), Cupp (1943), Peribonio (1993), Moreno (1996).

ZOOPLANCTON:

Las muestras de zooplancton fueron colectadas en el área interior del Golfo de Guayaquil, a bordo de una embarcación del INOCAR, durante los días del 31 Marzo al 4 de Abril y del 3 al 8 de Septiembre del 2003.

Se colectó en las áreas de río Daule, río Babahoyo y río Guayas un total de 30 muestras de zooplancton durante las fases de Flujo y Reflujo, mientras que en las áreas del estero Salado y Puentes de acceso a la ciudad de Guayaquil se colectó un total de 16 muestras de zooplancton que fueron obtenidas independientes del estado mÁrea al momento de su colecta.

Las muestras de plancton fueron obtenidas mediante arrastres superficiales durante 5 minutos a una velocidad de 2 nudos de la embarcación. Para el efecto se empleó una Red Cónica Simple (WP-2) con las siguientes características el diámetro de la boca de la red de 0.3m, 1m de largo y con una apertura de malla de 335 micras.

Durante los lances se utilizaron flujómetros previamente calibrados para obtener el volumen de agua filtrada a cada uno los arrastres superficiales, el volumen de agua filtrada se lo obtuvo aplicando las fórmulas establecidas en el Atlas de zooplancton por Boltovskoy (1981), los datos obtenidos fueron extrapolados a $100m^3$.

Luego de la colecta de zooplancton las muestras fueron preservadas adicionándole una solución de formaldehído al 4% previamente neutralizado con Tetraborato de Sodio.

En el laboratorio se procedió a extraer alícuotas con la ayuda del separador de Folsom cuando las muestras contienen gran cantidad de biomasa. Luego las muestras fueron analizadas para determinar cualitativa y cuantitativamente las comunidades del zooplancton. Para la identificación de las taxa del zooplancton se utilizaron los Manual de zooplancton de Tregouboff & Rose (1957), Boltovskoy (Op. Cit.) y Gasca & Suárez (1996).

Con el propósito de establecer la dominancia y frecuencia numérica de los principales grupos en la comunidad del zooplancton se utilizó las estrategias desarrolladas por Bodeheimer referido en el estudio de las comunidades del zooplancton (Mujica & Ascencio 1985).

Adicionalmente se procedió a separar ejemplares de Quetognatos de las alícuotas en cada una de las estaciones presentes, con la finalidad de conocer la composición, dominancia de las principales especies del Phyllum Chaetognatha.

Para la determinación de las especies se utilizó las claves taxonómicas del trabajo realizado por Bonilla (1983); Manual de Introducción al Estudio del Zooplancton Marino Capítulo XIV Chaetognatha de Gasca R, & E. Suárez (Op. Cit). Bieri R.& D. Bonilla. (1982); Alvariño A. (1963); Sund P. (1961).

MICROBENTOS:

Las muestras de sedimento para el estudio del microbentos fueron tomadas con draga Van Veen y corresponden a la estación lluviosa 23 de Marzo al 3 de Abril de 2003 entre 0.50 metros y 15,0 metros de profundidad.

Las muestras fueron preservadas, teñidas y tamizadas utilizando un tamiz metálico de 65 micrones, siguiendo la metodología de Walton (1952). La composición de especies del microbentos se identificó siguiendo las reglas de taxonomía y sinonimia clásica.

RESULTADOS

CLOROFILA *a*: Estación húmeda

FASE DE FLUJO

Área 1:
En el Río Daule (E.4), se registró altas

concentraciones de clorofila (1.94 -mg/m³) en el ámbito superficial. La menor concentración se localizó en la estación 1 con 0.20 mg/m³ (Fig.F2)

Área 2:
En el Río Babahoyo ubicado en la estación 8 se observó una concentración de (3.62 mg/m³). La menor concentración se localizó en la estación 6 con 0.58 mg/m³) Fig. F3

Área 3:
En el Río Guayas correspondientes a las estación 17 se observó una concentración de (1.64 mg/m³). El menor valor se registró en la estación 9 con (0.04 mg/m³) Fig. F4

Área 4:
Estero Salado localizada en la estación 26 correspondiente a la Boya 58 se registró un repunte clorofílico con (4.96 mg/m³), en la estación 19 localizado en el Canal de Naranjal se reporta una disminución de 0.26 mg/m³, siendo el valor más bajo en lo que respecta a esta área (Fig. F5)

Área 5:
Correspondiente al Puente de la calle 17 Ava se encontró un incremento significativo de (3.52 mg/m³). La menor concentración se registró en el Puente Portete con 0.68 mg/m³ (Fig. F6)

FASE DE REFLUJO

Área 1:
En el Río Daule correspondiente a la estación 4 se observó una concentración de (0.38 mg/m³). El menor valor se registró en la estación 3 con (0.04 mg/m³) Fig. F7

Área 2:
En el Río Babahoyo localizada en la estación 5 se registró una concentración de (0.24 mg/m³), en la estación 6 se reporta una disminución de 0.16 mg/m³, (Fig. F8)

Área 3:
En el Río Guayas se encontró en la estación 10 valores normales de (0.72 mg/m³). La menor concentración se registró en la estación 14 con 0.22 mg/m³ (Fig. F9).

CONTAJES CELULARES: Estación Húmeda

FASE DE FLUJO

Área 1:
Se encontró en la estación 4 una biomasa celular de (2.855 cel/l) en superficie representado por 55 especies representativas: *Polymyxus coronalis, Cyclotella menenghiniana, Melosira italica, Oxytoxum sp., Cochlodinium catenatum.* La menor biomasa celular estuvo en la estación 1 con 180 cel/l (Fig. F10)

Área 2:
En la estación 7 se observó un incremento de 2.197 cel/l obteniendo 49 especies: *Oxytoxum sp, Cyclotella menenghiniana, Paralia sulcata, Polymyxus coronalis, Pseudo-nitzschia recta.* La menor concentración celular se registró en la estación 8 con (362 cel/l) Fig. F11.

Área 3:
En la estación 11 se encontró una relativa biomasa celular con (3376 cel/l) registrando 66 especies en superficie, siendo las siguientes: *Oxytoxum sp, Paralia sulcata, Cyclotella menenghiniana, Pseudo-nitzschia closterium, Polymyxus coronalis.* La menor concentración se localizó en la estación 13 con (150 cel/l) Fig. F12

Área 4:
En la estación 25 correspondiente a la Boya 58 se registró una concentración de 3.714 cel/l, registrándose 76 especies. La composición de las especies fueron: *Cochlodinium catenatum, Thalassiotrix frauenfeldii, Mesodinium rubrum, Paralia sulcata, Skeletonema costatum.* La menor concentración se localizó en la estación 21-Isla Puná con 333 cel/l. (Fig. F13)

Área 5:
En el Puente Portete se encontró la mayor biomasa celular con 4.861 cel/l, observando 44 especies predominantes: *Cochlodinium catenatum, Skeletonema costatum, Cyclotella menenghiniana, Mesodinium rubrum, Pseudo-nitzschia longissima.* La menor biomasa se registró en el II Puente de la Perimetral con 501 cel/l (Fig. F14)

FASE DE REFLUJO

Área 1:
En la estación 1 se registró una concentración de 329 cel/l, obteniendo 51 especies. La biomasa está representada por las siguientes especies: *Paralia sulcata, Oxytoxum sp, Polymyxus coronalis, Cyclotella menenghiniana, Melosira italica* . La menor concentración se observó en la estación 3 con 290 cel/l (Fig. F15)

Área 2:
En la estación 16 se observó una concentración celular de 432 cel/l , representadas por 30 especies siendo las siguientes: *Pseudo-nitzschia closterium, Cyclotella menenghiniana, Paralia sulcata, Oxytoxum sp., Polymyxus coronalis.* La menor concentración celular se registró en la estación 13 con (200 cel/l), Fig. F16

Área 3:
En la estación 20 se encontró relativa biomasa celular con (459 cel/l) registrando 64 especies, siendo las representativas: *Skeletonema costatum, Oxytoxum sp, Paralia sulcata, Cyclotella menenghiniana, Coscinodiscus perforatus.* La menor concentración se localizó en la estación 22 con (102 cel/l) Fig. F17

FITOPLANCTON (red 50u)
Distribución superficial: Estación Húmeda

FASE DE FLUJO

Área 1:
Se identificaron 43 especies distribuidas en: 33 diatomeas, 2 dinoflagelados, 2 silicoflagelados, 1 euglenophyta, 2 clorophytas, 2 cianobacterias. La abundancia fue aceptable con 8.055 cel/m^3. Las especies representativas en su abundancia fueron: *Polymyxus coronalis* (51%), *Cyclotella menenghiniana* (28%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (13%), *Melosira italica* (5%), *Actinoptychus senarius* (2%). La menor densidad se encontró en la estación 3 con 245 cel/m^3 (Fig. F18)

Área 2:
Se identificaron 24 especies distribuidas en: 20 diatomeas, 2 clorophytas, 2 cianobacterias, siendo las siguientes especies: *Polymyxus coronalis* (49%), *Cyclotella menenghiniana* (28%), *Actynoptichus senarius* (11%), *Coscinodiscus radiatus* (9%), *C. excentricus* (3%). La menor abundancia se registró en la estación 8 con 150 cel/m^3 (Fig. F19)

Área 3:
Fueron identificadas 48 especies distribuidas en: 37 diatomeas, 2 silicoflagelados, 5 cianobacterias, 2 clorophytas, 2 tintinnidos, observando las siguientes especies: *Polymyxus coronalis* (38%), *Cyclotella menenghiniana* (20%), *Pseudo-nitzschia closterium* (13%), *Actynoptichus senarius* (10%), *Actynoptichus splendes* (8%). Esta área fue la segunda en abundancia con 19.715 cel/m^3. La menor concentración de la biomasa cualitativa se encontró en la estación 17 con 198 cel/m^3 (Fig. F20)

Área 4:
Se identificaron 69 especies distribuidas en 54 diatomeas, 8 dinoflagelados, 2 cianobacterias, 1 clorophyta, 4 tintinnidos. Las principales especies fueron: *Skeletonema costatum* (56%), *Asterionella japonica* (23%), *Dytillum brigthwelli* (8%), *Biddulphia mobiliensis* (6%), en esta área se presentó la más alta abundancia y diversidad de especies, obtuviendo 49.223 cel/m^3 . La menor densidad se observó en la estación 18 correspondiente al Canal de Matorrillos con 151 cel/m^3 (Fig. F21)

Área 5:
Se registraron 40 especies con 25 diatomeas céntricas, 8 dinoflagelados, 2 cianobacterias, 1 clorophyta, 4 tintinnidos. Las especies registradas fueron: *Pseudo-nitzschia longissima* (84%), *Tintinnopsis directa* (7%), *Cyclotella menenghiniana* (5%), *Dytillum brigthwelli* (3%), *Coscinodiscus sp.* (1%), observándose una densidad relativa de 14.087 cel/m^3. La menor densidad se observó en el II Puente de la Perimetral con 353 cel/m^3 (Fig. F22)

FASE DE REFLUJO

Área 1:
Se identificaron 39 especies distribuidas en:

28 diatomeas, 2 silicoflagelados, 2 clorophytas, 2 cianobacterias. Las especies predominantes fueron: *Polymyxus coronalis* (64%), *Actinoptychus undulatus* (27%), *A, splendes* (4%), *Melosira itálica* (3%), *Pseudo-nitzschia closterium* (2%). La densidad relativa fue de 2.533 cel/m^3 y la menor biomasa en la estación 1 con 69 cel/m^3 (Fig. F23)

Área 2:
Se identificaron 27 especies distribuidas en: 21 diatomeas, 2 cianobacterias, 2 clorophytas, 2 tintinnidos. La abundancia fue aceptable con 3.476 cel/m^3. Las especies representativas en su abundancia fueron: *Polymyxus coronalis* (64%), *Actinoptychus undulatus* (27%), *Actinoptychus splendes* (4%), *Melosira italica* (3%), *Pseudo-nitzschia closterium* (2%). La menor densidad se encontró en la estación 8 con 1.927 cel/m^3 (Fig. F24)

Área 3:
Se identificaron 58 especies distribuidas en: 47 diatomeas, 2 silicoflagelados, 2 clorophytas, 5 cianobacterias, 2 tintinnidos, siendo las siguientes especies: *Polymyxus coronalis* (48%), *Pseudo-nitzschia closterium* (31%), *Actynoptichus senarius* (12%), *Coscinodiscus sp.* (6%), *A. splendes* (3%). La menor densidad se encontró en la estación 9 con 116 cel/m^3 (Fig. F25)

ZOOPLANCTON: Estación Húmeda

Área 1: Río Daule

Durante la fase de flujo la mayor biomasa de zooplancton se localizó en la estación 4 representado por 1114 Ind/100m^3, mientras que la menor densidad poblacional de zooplancton se reporta en la estación 10 con un valor de 250 Ind/100m^3. En tanto que durante la fase de reflujo la máxima biomasa zooplanctónica se reporta en la estación 4 representado por 1375/100m^3 y la menor biomasa se encontró en la estación 10 con un total de 53 Ind/100m^3

Se observó durante reflujo que la mayor concentración de individuos se encontró en la estación 10 representado por un total de 53 ind/100m^3, (Fig. Z 2)

La comunidad zooplanctónica estuvo representada por la dominancia de Larvas de Decápodos con un 53%, seguidos en orden de abundancia por los Copépodos con 13% Ostrácodos 9%, Cladóceros, representados por la dominancia del género *Penilia sp.* con 8%; Zoeas de Brachiura 5%. Así también se destaca la presencia de Camarones de río correspondiente al género *Macrobranchium sp* con una abundancia relativa con 5%.

En la categoría de accidentales se reporta la presencia de los grupos: Larvas de Poliquetos, Anfípodos, Bivalvos que juntos alcanzaron una abundancia relativa de 3 %.

Área 2: Río Babahoyo

La mayor biomasa zooplanctónica se encontró en la fase de flujo en la estación 13 con un total de 3395 ind/100m^3 y la menor biomasa en la estación 12 con un total de 241 ind/100m^3. En estado de reflujo la mayor biomasa del zooplancton se encontró en la estación 16 con un total de 1096 ind/100m^3 y la menor biomasa se observó en la estación 13 con 269 ind/100m^3 (Fig. Z 3)

En cuanto a la composición de la comunidad zooplanctónica se observó la dominancia de los Cladóceros 72% representado por el género *Penilia sp.*, seguidos en orden de abundancia se encontró los Copépodos con 9%, Zoeas de Brachiura con el 8%. En menor abundancia se reporta los grupos Larvas de Decápodos, Ostrácodos, Bivalvos y Gasterópodos que juntos alcanzaron el 8% de abundancia relativa.

Área 3: Río Guayas

Esta zona se caracterizó por presentar una variabilidad en la biomasa zooplanctónica, encontrándose en la estación 21 la mayor biomasa con un valor de 10 464 Ind/100m^3 y la menor densidad de biomasa se registró en la estación 27 con un valor de 50 Ind/100m^3 en la fase de flujo.

En la fase de reflujo los máximos valores de biomasa se reportan en la estación 28 con un total de 3386 Ind/100m^3 y la menor biomasa se observó en la estación 21 con un total de 5 ind/100m^3, (Fig. Z 4)

La comunidad zooplanctónica estuvo representada principalmente por la dominancia de los grupos Cladóceros 57% y Copépodos con 35%. Mientras que en la categoría de accidentales se reporta la presencia en menor abundancia los grupos Zoeas de Brachiuras, Ostrácodos, Larvas de peces y Larvas de decápodos que juntos alcanzaron 5.6 %.

En la comunidad del Phyllum Chaetognatha se observó una baja diversidad de especies reportándose a *Sagitta neglecta* con 50 ind/100m^3 y *S. bedoti* con 9 ind/100m^3 observado en la estación 28. Así también se reporta a *S. neglecta* en la estación 23 con un total de 21 ind/ 100m^3. (Fig. Z5)

Área 4: Estero Salado

En términos generales en esta área se observó una aceptable biomasa zooplanctónica, reportándose valores de biomasa que fluctuó entre 24214 Ind/100m^3 encontrado en la Boya 48 y la menor biomasa se observó en el área Chupadores grandes con un total de 379 Ind/100m^3. (Fig. Z6)

La comunidad del zooplancton estuvo representada por la dominancia exclusiva de microcrustáceos destacándose los Copépodos 46% y Zoeas de Brachiura 32%, Larvas de Decápodos 6.5%. Así también se destaca la presencia del Phyllum Chaetognatha con una abundancia relativa de 8%.

En la comunidad de Quetognatos se observó una baja diversidad de especies reportándose las especies *Sagitta neglecta, S. bedoti, S. peruviana, S. minina, S. popovicii.*

La distribución de las especies de Quetognatos está restringida en algunos sitios del estero Salado, se resalta que la máxima densidad poblacional se encontró en el Canal de Cascajal destacándose la presencia de las especies *S. peruviana, S. bedoti, S neglecta S. popoviccii* que caracterizan un ecosistema de mezcla de aguas neríticas, frías y cálidas para el área del Canal de Cascajal.

Características similares se observó en la estación ubicada cercano a Posorja en la cual se encontró la presencia significativa en orden de abundancia a *S. neglecta, S. bedoti y S. peruviana* tipificando una mezcla de aguas en el ámbito superficial de aguas cálidas y frías.

Mientras que en las estaciones ubicadas en el interior del estero Salado representado por las estaciones localizadas en las boyas 48, 58, 69 y Puerto Marítimo se encontró la presencia dominante de *Sagitta bedoti* destacándose en la boya 69 con un total de 336 ind/ 100m^3, (Fig.Z7)

Área 5: Puentes de acceso de la Ciudad de Guayaquil

En esta área se registró la mayor biomasa zooplanctónica en comparación con las otras áreas en estudio. La biomasa zooplanctónica fluctuó entre 69000 ind/ 100m^3 y 6905 ind/100m^3, destacándose la zona de mayor productividad de zooplancton en la estación localizada del puente de la 17^{ava}, otra estación de abundante biomasa se observó en la estación del Puente 5 de Junio, en tanto que la menor biomasa zooplanctónica se encontró en el área los Diques localizado en el estero del Muerto con una densidad de 1935 ind/100m^3, (Fig.Z8)

La composición del zooplancton estuvo representada por una baja diversidad de grupos zooplanctónicos, destacándose la dominancia exclusiva de microcrustáceos representado por Copépodos 82% y Zoeas del Infraorden Brachiura con 6%.

En menor grado de abundancia se reporta las medusas con el 5%, seguidos de Quetognatos 4% que se ubica en la categoría de accesorios.

Mientras que en la categoría de accidentales se destaca la presencia de los grupos Huevos de peces, Larvas de decápodos, Larvas de poliquetos, Larvas de peces, Nauplios de cirripedios que juntos representa una abundancia relativa de 2.1%.

La comunidad de los Quetognatos estuvo representada exclusivamente por la dominancia de *Sagitta bedoti* registrándose en mayor densidad de individuos en el Puente Portete y 2do Puente de la vía Perimetral,

asociada a esta especie se observó la presencia de *Sagitta neglecta* que caracteriza aguas neríticas y cálidas, (Fig. Z9)

MICROBENTOS: Estación Húmeda

La Microflora béntica en general estuvo representada por 2 especies de microalgas bénticas *Coscinodiscus perforatus* y *Polymyxus coronalis,* predominando en unos casos y muy abundante en otros, y en algunas áreas escasa o ausente.

Coscinodiscus perforatus: Diatomea béntica de valvas concéntricas y gigantes, se la encontró distribuida abundantemente en el área principalmente sobre substratos vegetales de origen vegetal y sobre todos los tipos de fondo del área en mención.

Polymyxus coronalis: Especie béntica, concéntrica, reportada en el río Guayas por Guzmán de Peribonio (1993) y por Gualancañay (1997) distribuida abundantemente en el río Guayas.

Microfauna Bentónica: Dos especies con organismos aislados se hallaron en esta área y son *Rotalia beccarii* y *Trochammina sp.*

Para el estudio del microbentos colectado durante marzo31-abril1 2/2003, fue dividido por áreas:

Área 1:
Río Daule (estaciones 1, 4, 10 y 11)
En las estaciones 1, 4, y 10 hubo ausencia de organismos de la microflora y de la microfauna. En cambio en la estación 11 se encontró *Coscinodiscus perforatus* muy abundantemente y *Polymyxus coronalis* como abundantes y ausencia de organismos de la microfauna bentónica (Fig .B2)

Área 2:
Río Babahoyo (estaciones 12)
En la estación 12 como especie predominante de la microflora béntica se encontró *Coscinodiscus perforatus* y como abundante a *Polymyxus coronalis* y como especie de la microfauna a *Rotalia beccarii* con algunos ejemplares aislados.

Área 3:
Río Guayas (estaciones 21, 24 y 27).
En la estación 21 se encontraron 2 especies de la microflora *Coscinodiscus perforatus* como muy abundante y *Polymyxus coronalis* como abundante. En las estaciones 24 y 25 hubo ausencia de microbentos (Fig. B3)

Área 4:
Estero Salado (boyas 48, 58 y 69, Pto. Marítimo)
En la boya 48 únicamente se encontraron algunos organismos aislados de *Rotalia becarii.* En cambio en la boya 58 se encontraron muy abundantes ejemplares de la especie *Rotalia becarii* y algunos organismos aislados de las especies *Elphidium articulatum* y *Coscinodiscus perforatus.* Ocurriendo lo contrario en la boya 69 en que fue notoria la ausencia de organismos.

En el área de Pto. Marítimo la microflora fue muy abundante con la especie *Coscinodiscus perforatus* (Fig. B4)

Área 5:
Estero Salado (Perfil 9 Chupadores Grande, perfil 11 Canal de Cascajal y perfil 12 Posorja). La microflora fue muy abundante y estuvo representado por las espécies *Coscinodiscus perforatus* y *Polymyxus coronalis* en cambio la microfauna estuvo representada por *Rotalia beccarii* con representantes aislados (Fig. B5)

Área 6:
Estero Salado Interior de la ciudad de Guayaquil (Pte. 5 de Junio, Pte. 17^{ava}, Las Ranas y los Diques).

En el Puente 5 de Junio se observó una total ausencia de organismos para la microflora y para la microfauna, el sedimento de color negruzco con fuerte mal olor a gas sulfhídrico.

En el Puente de la calle 17^{ava}, igualmente con ausencia de organismos del microbentos, los sedimentos negruzcos y fuerte olor a gas sulfhídrico.

En el estero Las Ranas se encontró 2 especies de la microflora *Coscinodiscus perforatus* como muy abundante y *Polymyxus coronalis* como abundantes. En cambio la

microfauna estuvo representada por algunos ejemplares de las especies *Elphidium articulatum, Rotalia beccarii* y *Trochammina advena.*

En el área de los Diques solo se encontraron 2 especies de la microflora *Coscinodiscus perforatus* como abundante y *Polymyxus coronalis* con menor frecuencia (Fig. B6).

CLOROFILA *a*: Estación seca

FASE DE FLUJO: SUPERFICIAL

Área 1:
En el Río Daule (E.5), se registraron altas concentraciones de clorofila (1.58 mg/m^3) a nivel superficial. La menor concentración se localizó en la estación 9 con 0.16 mg/m^3 (Fig. F27)

Área 2:
En el Río Guayas correspondiente a la estación 25 se observó una concentración de 1.08 mg/m^3. El menor valor se registró en la estación 21 con (0.22 mg/m^3) Fig. F28

Área 3:
Estero Salado localizada en la estación 36 "Boya 48", se registró un valor significativo de 1.32 mg/m^3, el menor valor se observa en la E.33 Boya 17" con 0.36 mg/m^3 (Fig. F29)

Área 4:
Correspondiente al Puente Portete se encontró el mayor repunte celular con 3.74 mg/m^3. La menor concentración se registró en el Puente Aguirre con 0.92 mg/m^3 (Fig. F30)

CONTAJES CELULARES: Estación seca

FASE DE FLUJO

Área 1:
Se registró en la estación 2 una biomasa celular de 423 cel/l y 35 especies: *Cyclotella menenghiniana, Actinoptychus splendes, Skeletonema costatum, Mesodinium rubrum, Gymnodinium sp.* La menor biomasa celular estuvo en la estación 9 con 332 cel/l (Fig. F31)

Área 2:
En la estación 24 se encontró una biomasa celular de 328 cel/l registrando 69 especies, siendo las siguientes: *Chaetoceros peruvianus, Polymyxus coronalis, Thalassiosira subtilis, Gymnodinium sp, Mesodinium rubrum.* La menor concentración se localizó en la estación 29 con 137 cel/l (Fig. F32)

Área 3:
En la estación 32 se registró una concentración de 441 cel/l con 52 especies. La composición de los géneros fueron: *Thalassiotrix frauenfeldii, Skeletonema costatum, Coscinodiscus excentricus, Gymnodinium sp, Mesodinium rubrum.* La menor concentración se localizó en la estación 45 "Puerto Nuevo" con 93 cel/l (Fig. F33).

Área 4:
En el Puente Portete se encontró la mayor biomasa celular con 9.328 cel/l y 69 especies. Los géneros predominantes fueron: *Paralia sulcata, Skeletonema costatum, Pseudo-nitzschia longissima, Chrococcus limneticus, Biddulphia sinensis.* La menor biomasa se registró en el área de los Diques con 186 cel/l (Fig. F34).

FITOPLANCTON: Epoca seca

Distribución superficial

FASE DE FLUJO

Área 1:
Se identificaron 39 especies distribuidas en: 24 diatomeas, 3 dinoflagelados, 3 tintinnidos, 6 cianobacterias,3 clorophytas. La abundancia fue aceptable con 8.951 cel/m^3. Las especies representativas en su abundancia fueron: *Polymyxus coronalis* (46%), *Actinoptychus splendens* (20%), *Surirella fastuosa* (18%), *A.undulatus* (10%), *Cyclotella meneghiniana* (6%). La menor densidad se encontró en la estación 2 con 1.905 cel/m^3 (Fig. F35)

Área 2:
Fueron identificadas 76 especies distribuidas en: 42 diatomeas, 3 dinoflagelados, 2

silicoflagelados, 18 cianobacterias, 6 clorophytas, 3 euglenophytas, 2 tintinnidos, obteniendo las siguientes especies: *Skeletonema costatum* (45%), *Thalassiotrix frauenfeldii* (25%), *Coscinodiscus perforatus* (14%), *C. excentricus* (11%), *Polymyxus coronalis* (5%). La abundancia relativa fue de 21.194cel/m^3. La mayor concentración de la biomasa cualitativa se encontró en la estación 27 con 6.619 cel/m^3 y la menor en la E.25 con 80 cel/m^3 (Fig. F36)

Área 3:
Se identificaron 79 especies distribuidas en 62 diatomeas, 4 dinoflagelados,6 cianobacterias, 2 clorophytas, 2 silicoflagelados, 6 tintinnidos. Las principales especies fueron: *Thalassiotrix frauenfeldii* (41%), *Chaetoceros affinis* (27%), *Dytillum brigthwelli* (18%), *Biddulphia sinensis* (8%), *Eutintinnus similis* (6%). Esta área fue la segunda en abundancia con 36.098 cel/m^3. La mayor densidad se encontró en la estación 36 " Boya 48" con 10.165 cel/m^3 y la menor densidad localizada en la E.33 " Boya17 con 2.690 cel/m^3 (Fig. F37)

Área 4:
Se registraron 61 especies con 49 diatomeas, 3 dinoflagelados, 4 cianobacterias, 2 clorophytas, 3 tintinnidos. Las especies registradas fueron: *Pseudo-nitzschia longissima* (48%), Cyclotella menenghiniana (16%), *Skeletonema costatum* (15%), *Pleurosigma normanii* (12%), *Oscillatoria cortiana* (9%), observándose la mayor densidad relativa del área de estudio con 42.981 cel/m^3, la mayor densidad se encontró en el Puente de la 17^{ava} y la menor abundancia se localizó en el Puente Aguirre (Fig. F38)

ZOOPLANCTON: Estación Seca

Área 1: Río Daule

En esta área se observó una baja productividad zooplanctónica, registrándose una media poblacional de 963 Ind/100 m^3. La estación 7 registró mayor productividad con un valor de 1913 Ind/100 m^3 y la menor biomasa se encontró en La Toma con un total de 13 Ind/100 m^3, (Fig. Z10)

La comunidad zooplanctónica estuvo representada principalmente por la dominancia de los Copépodos pertenecientes al orden Calanoidea con el 99%, seguidos en orden de abundancia el grupo de Cladóceros con el 1% registrándose la especie *Penilia avirrostris.*

Área 2: Río Guayas

En esta área las mayores biomasas de zooplancton se encontraron en la estación 27 con un total de 5500 Ind/100 m^3 y la menor biomasa se registró en la estación 29 con un total de 376 Ind/100 m^3. En las estaciones correspondientes al área del Río Guayas se establece una baja productividad del zooplancton reportándose un total de 1067 Ind/100 m^3 (Fig. Z11)

La composición en el zooplancton estuvo representada por la dominancia de los grupos Copépodos 74%, Zoeas de Brachiuras 12.2% y Larvas de peces 6.53% que corresponde al género *Anchoa sp,* durante esta época se ubicó dentro de la categoría de dominantes.

En la categoría de accidentales se registró la presencia de los grupos Nauplios de Cirripedios con el 2%, Medusas 1% y Quetognatos 0.65%.

Con relación a las especies de Quetognatos se reporta la dominancia de la especie *Sagitta bedoti* encontrado en la estación 25 con un total de 13 Ind/ 100 m^3, así también se resalta la presencia de *S. peruviana* observado en la estación 27 con un valor de 12 Ind/100 m^3 (Fig. Z12)

Área 3: Estero Salado

En esta área se caracterizó por una escasa biomasa zooplanctónica reportándose en el área de Puerto Marítimo un total de 250 Ind/100 m^3 y en las estaciones localizadas en el área de cuarentena se registró un total de 127 Ind/100 m^3, (Fig. Z13)

Con relación a la composición del zooplancton estuvo representado principalmente por la dominancia del grupo de Huevos de peces (73.6%), el cual estuvo representado por la presencia de las familias

Engraulidae con una abundancia con 50.7%, seguido en orden de abundancia de la familia Clupeidae 22.9%.

Se resalta en términos de abundancia relativa la dominancia del grupo de los Copépodos representados en su mayoría por el orden Calanoidea con 8%; mientras que en la categoría de accesorios se ubicó el grupo de Quetognatos 4.4%.

En la categoría de accidentales se encontró los grupos Larvas de Decápodos 2%, Medusas 1.6%, Nauplios de cirripedios, Larvas de peces, Isópodos que juntos alcanzaron el 3.6% abundancia relativa.

Con respecto a las especies de Quetognatos se registró una escasa densidad de individuos reportándose la presencia de las especies *Sagitta bedoti* y *S. peruviana* con un total de 5 y 15 Ind/ 100 m^3, (Fig. Z14)

Área 4: Puentes de acceso de la Ciudad de Guayaquil

En esta área se observó una escasa biomasa de zooplancton resaltándose la estación con mayor densidad poblacional el Puente Portete con un total de 500 Ind/100 m^3 y la menor biomasa en Puente de la 17 ava con un total de 16 Ind/ 100 m^3, (Fig. Z15)

En el estero Las Ranas se observó una biomasa de 220 Ind/100 m^3, mientras que la estación los Diques localizado en el Estero del Muerto se encontró un total de 625 Ind/ 100 m^3 en relación con la fauna zooplanctónica presente en esta área se encontró la dominancia de huevos de peces destacándose la presencia de las familias Engraulidae 77.6 % y Clupeidae 11.1%,

En menor abundancia se reporta la presencia de Larvas de Poliquetos 8.5% resaltándose como grupo dominante y en la categoría de accidentales se registró las taxa Zoeas de Brachiura, Copépodos y Megalopas de Brachuira que unidos alcanzaron una abundancia relativa del 2.3 %.

Cabe resaltar que durante la época seca no se registró ejemplares de Quetognatos, en comparación con la época húmeda, para esta área.

DISCUSIONES

(Cullen, Reid y Stewart,1982), consideran a la clorofila *a* , como un indicador de biomasa fitoplanctónica, utilizada para definir zonas potencialmente productivas, a pesar de que no en todos los casos ha existido una alta correlación entre clorofila *a* y el número de células fitoplanctónicas. Esto se debería, posiblemente a cambios fisiológicos en el contenido de clorofila *a* más que a una acumulación del fitoplancton.

(Suéscum, et. al,1998), registraron en el Canal de Cascajal valores altos de clorofila a alcanzando una concentración máxima de 44 mg/m^3 en abril de 1995, sucediendo lo contrario en el estero Salado donde las concentraciones promedio no sobrepasaron los 12 mg/m^3 durante 1994-1996.

Margaleff (1965), indicó que la biología de las Cianobacterias plantea problemas variados, por ser resistentes a interrupciones periódicas o arrítmicas de los procesos vitales y sus capacidades metabólicas.

La productividad primaria fue menor con relación al muestreo del mes de marzo observándose como áreas productivas: Estero Salado con 1.32 mg/m^3 y el área de los Puentes de la ciudad de Guayaquil con 3.74 mg/m^3

Durante la estación húmeda las especies predominantes en biomasa celular fueron Paralia sulcata y Skeletonema costatum, en abundancia relativa fueron *Polymyxus coronalis, Cyclotella menenghiniana* y *Skeletonema costatum,* hacia el área del río Guayas y estero Salado respectivamente.

Durante la estación seca las especies predominantes en biomasa celular fueron Paralia sulcata y Skeletonema costatum. En abundancia relativa las especies representativas fueron *Pseudo-nitzschia longissima* y *Thalassiotrix frauenfeldii,* hacia el área del Puente de la 17^{ava} y estero Salado respectivamente.

Se observó a las Bacillariophytas como grupo

del fitoplancton dominante, debido a la adaptabilidad que presentan en aguas turbulentas y de circulación como son los estuarios, seguido de los Dinoflagelados, Cianobacterias y Silicoflagelados

Los organismos registrados determinan que en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, recibe una gran influencia de especies estuarinas provenientes del estero Salado, que se mezclan con especies provenientes de la masa de agua de la Corriente costera de Humboldt, propias para la estación húmeda y que están incidiendo en la fertilidad del fitoplancton. Adicionalmente, el incremento de diatomeas, también pueden ser originada por las corrientes, dirección de vientos, fases de mareas.

En el estero Salado, Cajas C, de, L., D. Coello, C. Domínguez (1998), encontró a *Skeletonema costatum* como una de las especies dominantes durante feb/94 a marzo/96, además mencionan que es una alga cosmopolita, representante y dominante en aguas estuarinas, con una temperatura entre 24 a 30°C, pero parece ser inhibida en bajas salinidades.

Jiménez (1998), reportó a *Skeletonema costatum* como una diatomea pequeña que forma cadenas, siendo considerada como un fitoplácter importante en la alimentación de peces y crustáceos. Esta especie juega un rol muy importante en la cadena trófica del estuario interno.

En el presente estudio las especies predominantes en biomasa cualitativa fueron *Polymyxus coronalis, Cyclotella menenghiniana* y *Skeletonema costatum,* hacia el área del río Guayas y estero Salado respectivamente. Los dinoflagelados, cianobacterias, silicoflagelados, flagelados y tintinnidos, fueron escasos.

En esta área del río Guayas durante la época húmeda se establece una baja diversidad de especies de Quetognatos registrándose un valor de 0.5 bits, en comparación con la época seca en la cual se determinó un ligero incremento de diversidad registrándose un valor de 0.98 bits en esta área.

En la zona del río Guayas durante la estación húmeda se observó la presencia de las especies *S. bedoti* que caracteriza la presencia de capas de mezcla con diferentes condiciones de salinidad, asociada a *S. bedoti* se registró la presencia *S. neglecta* que tipifica la presencia de aguas costeras cálidas, los parámetros físico químicos reportados en la época húmeda en el área del río Guayas, fue la temperatura superficial de 28.2 °C y la salinidad de 15.2 ups y una tasa de oxígeno disuelto de 3.1 ml/l reportados en la estación 28 localizado frente a la Isla Mondragón correspondiente al área del río Guayas.

Naranjo (2002), menciona que durante mayo de 2001 la mayor abundancia de Quetognatos se registró en la estación 33 ubicado en el estero Salado frente a la Islas Manglecito Grande y Manglecito Chico, y en la estación 29 localizada en el Canal de Cascajal, área confluente entre Estero Salado y río Guayas observando la dominancia de la especie Sagitta bedoti que tipificó el área donde se produjo cambios significativos en la salinidad denominado haloclina.

Existe una variabilidad en la composición de las especies de Quetognatos durante la estación seca, determinándose una baja diversidad de especies, reportándose las especies *S. peruviana* y *S. bedoti* en las estaciones 25 y 27 localizadas frente a la Isla Mondragón correspondiente al ecosistema del río Guayas. Estas especies se registraron en una temperatura y salinidad superficial promedio de 24.7 °C y 28.8 ups respectivamente, adicionalmente registrándose un alta oxigenación con un valor de 4.4 ml/l.

En el estuario interior la influencia de la mÁrea se extiende aguas arriba, determinando las salinidades en esta zona. En la estación seca (Junio - Noviembre), se puede esperar que las influencia de la salinidad de las aguas oceánicas llegue hasta los 2° 15 45" S aproximadamente, no así en época lluviosa en la que a esta altura registra aguas con salinidades de 0 debido al comportamiento estacional y en la parte más interior del estuario se comporta como la zona de río en la que las salinidades son menores a 1 Ups, (Tutivén, I. 2000)

Con relación al área del Estero Salado se observó una mayor diversidad de especies, reportándose en el Canal Cascajal la dominancia de *Sagitta peruviana* asociada e esta especie se observó la presencia en orden de abundancia las especies *S. bedoti, S. neglecta, S. popovicii* que juntas permiten establecer una interpretación de una mezcla de aguas con un ligero predominio de aguas frías típicas de la corriente Costera Peruana representado por la presencia de *S. peruviana* y su asociación con la especie *Sagitta popovicii,* mientras que en menor abundancia relativa se encontró la especie *S. neglecta* que es típica de aguas cálidas.

En la estación húmeda en la zona del Canal de Cascajal los valores promedios de temperatura y salinidad superficial registrados fueron de 28.1°C y 24.1 ups respectivamente.

Durante la estación seca en el área del Estero Salado la mayor presencia de biomasa de Quetognatos se registró en Puerto Marítimo y Cuarentena con la presencia de las especies *S. peruviana* y *S. bedoti.* Con relación a los factores físico químicos durante la época seca se registró un valor de temperatura superficial de 25.6° C; salinidad de 19.6 ups y un oxígeno disuelto de 4.1 ml/l reportado en la boya 67 localizado en cuarentena.

En el área de acceso a los puentes alrededor de la ciudad de Guayaquil, durante la estación húmeda se registró la presencia de las especies *Sagitta bedoti* y *S. neglecta,* encontrándose la máxima densidad de la especie *S. bedoti* en el puente Portete y S. neglecta se encontró en el 2do Puente de la Perimetral ejemplares de Quetognatos. De manera general se puede mencionar que los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto son normales para la estación húmeda, registrándose un promedio de temperatura superficial de 29.3°C y de salinidad de 17.1ups.

Durante la estación húmeda la mayor productividad zooplanctónica se encontró en el área de los puentes de acceso a la ciudad de Guayaquil, en especial en la estación ubicada en el Puente de la 17^{ava} se registró la mayor biomasa zooplanctónica en comparación con las otras áreas, resaltándose los grupos dominantes Copépodos, Quetognatos y Medusas.

Otra área de mayor productividad se encontró en el área del estero Salado en la estación localizada en la Boya 48 evidenciándose una mayor diversidad de grupos zooplanctónicos destacando las taxas abundantes los Copépodos, Zoeas de Brachiuras y en menor abundancia Larvas de Decápodos, Mysidáceos, Quetognatos y Nauplios de Cirripedios.

La menor productividad zooplanctónica se encontró en las estaciones ubicadas en el área del río Daule resaltándose la presencia de Larvas de decápodos correspondiente a camarones de agua dulce del género *Macrobranchium sp* durante la estación húmeda.

En la estación seca se registró valores bajos de biomasa zooplanctónica observándose que la máxima densidad de individuos zooplanctónicos se encontró en el área del río Guayas representados por la dominancia de los grupos Copépodos y larvas de peces correspondientes al género *Anchoa sp.* en comparación con la estación húmeda.

En estas estaciones ubicadas en el área de acceso a los puentes de la ciudad de Guayaquil se reporta por primera vez la presencia de las especies *S. bedoti* y *S. neglecta* en comparación con otros estudios.

Adicionalmente se reporta en el estero Las Ranas y en los Diques localizado en el Estero del Muerto la presencia de *S. bedoti* y en menor densidad poblacional la presencia de *S. neglecta.* Los valores de temperatura y salinidad superficial en el estero Las Ranas fue 29.8° C y 17.8 ups respectivamente y en el estero del Muerto se registró un valor de temperatura superficial de 29.4 °C y de salinidad superficial de 18.33 ups.

Los valores de oxígeno disuelto en esta área son relativamente normales, reportándose en el estero Las Ranas un valor de 2.4 ml/l y en el estero del Muerto se registró 5.5 ml/l.

Cabe destacar que durante la estación seca no se reporta la presencia de especies de

Quetognatos en las estaciones localizadas en el área de los Puentes de accesos a la ciudad de Guayaquil.

Naranjo (Op. Cit.), señala la presencia de ejemplares que corresponde al género *Sagitta* perteneciente al Phyllum Chaetognatha, reportando 4 ind/100 m^3 en el 2do Puente de la Perimetral representado por una abundancia de 0.1% de la biomasa total de la comunidad zooplanctónica, los especímenes encontrados estaban en estado inmaduros, por ende se considera que se encuentra en etapa juvenil, en virtud que no se observó vestigios de vesículas seminales y ovarios desarrollados.

En general se deduce que los factores ambientales no resultaron favorables para el desarrollo del microbentos, sus causas se atribuyen posiblemente a lo siguiente: Durante las dos estaciones del año toda el área está influenciada por factores ambientales como mareas, vientos lo que estaría originando un gran aporte de terrígenos en suspensión y que la turbidez sea muy alta, que estarían causando una rápida sedimentación y de esta manera causaría la fragmentación de los organismos y en otros casos los estaría sepultando e inhibiendo del oxígeno que es un factor vital para su supervivencia de las especies. Esta gran turbidez en el Golfo Interior ya fue observada por (Stevenson, 1981).

De acuerdo con Boltovskoy y Muñíz (1977), en los ecosistemas de manglares las especies de la microfauna sobreviven en el primer centímetro superficial del fondo. No ocurre lo mismo con la microflora que estuvo presente con cierta frecuencia al uno y otro lado del canal, probablemente esto se deba a que las diatomeas bénticas se desarrollan sobre las macroalgas u algún otro resto vegetal y tienen la oportunidad de desplazarse en el agua y de esta manera logran mayor capacidad de sobrevivencia como lo indica Colom (1974), es de recalcar que el área está rodeada por vegetación proveniente de los manglares y fueron encontrados grandes cantidades de restos vegetales particulados, lo que significa que la materia orgánica descompuesta sea alta y consecuentemente la reducción de oxígeno sea muy significativa.

En un estudio realizado en el estero Salado muy cerca de Guayaquil por Solórzano (1989) detectó rangos de oxígeno 3,0 y 4.7 mg/L, según la autora esta reducción de oxígeno se debía a las descargas domésticas de los habitantes de la ciudad. Solórzano (1989) igualmente indicó que las aguas del Estero Salado estaban eutroficadas para esa fecha. La indicada autora también reportó contaminación en los sedimentos del área por metales pesados como el cobre y el cadmio en concentraciones sobre los límites permisibles y que fueron consideradas como inocuas para los organismos acuáticos.

CONCLUSIONES

Las mayores concentraciones de clorofila *a* se registraron en las áreas 3 y 4: Estero Salado y Puente Portete, la menor concentración de clorofila se encontró en el área 1: río Daule.

La mayor biomasa celular se observó en el área 4:Puente de Portete y la menor en el área 2: río Guayas.

La mayor abundancia de especies se encontró en el área 4: Puente de la 17^{ava} y la menor densidad del fitoplancton se localizó en el área 1: río Daule.

La mayor diversidad se observó en el área 3: estero Salado registrándose 79 especies distribuidas en: 62 diatomeas,4 dinoflagelados, 2 silicoflagelados, 6 cianobacterias, 2 clorophytas, 3 tintinnidos.

Los estudios del fitoplancton nos indican que en la estación húmeda se registran las mayores concentraciones de clorofila *a*, biomasa celular y abundancia relativa.

Se resalta que la mayor productividad de zooplancton se encontró en el puente de la 17^{ava} ubicado en el área de los Puentes de acceso a la ciudad de Guayaquil durante la época húmeda confirmándose la variabilidad espacio temporal en el plancton.

Se observó cerca a la Isla Puná la dominancia de la especie de *S. neglecta* asociada a *S. bedoti* y *S. peruviana* cuya asociación de estas especies se interpreta como una mezcla

de aguas con diferentes propiedades físico y químicas correspondientes a cuerpos de agua cálida y fría durante la estación húmeda.

Estos patrones de distribución de las especies S. bedoti, S. neglecta determinando la mayor abundancia en los ecosistemas del río Guayas y en el estero Salado con un mayor énfasis durante la estación húmeda.

Se reporta por primera ocasión la presencia de las especies de Quetognatos *S. bedoti, S. neglecta,* en las estaciones ubicadas en el área de los puentes en especial en el 2 do puente de la Perimetral incursionando hasta los puentes Portete y 17ava, registrándose una amplia distribución hacia ramales interiores en el ecosistema del estero Salado exclusivamente en la época húmeda.

El área del río Guayas resultó pobre para la microfauna bentónica, sin embargo la microflora béntica fue abundante para esta área caracterizada por una gran turbidez de sus aguas, esto posiblemente se deba a que las aguas del río Guayas son bien oxigenadas y ricas en nutrientes, factores vitales para el desarrollo de la microflora.

En el área del estero del Muerto la microfauna fue ausente y la microflora estuvo representada por una población relativamente pobre, esto probablemente se deba a la gran sedimentación del área, también existe una reducción de oxígeno que es un factor vital para el desarrollo de las especies.

En general la biomasa microbentónica fue pobre para toda el área de estudio y en algunos casos estuvo ausente. Esto podría deberse a la gran turbidez provocada por los sedimentos se están acumulando rápidamente en el fondo y a la gran cantidad de materia orgánica descompuesta lo que origina una reducción del oxígeno y las condiciones se tornan anóxicas para las especies bentónicas.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Sr. Director del Instituto Oceanográfico de la Armada CP-NV-EM Byron Sanmiguel; al Sr. Jefe del Dpto. de Ciencias del Mar CPCB-SU Jorge Cárdenas y al Sr. Jefe de la Div. Estudios Ambientales TNNV-SU Edwin Pinto por su valioso apoyo en la ejecución y publicación de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arriaga L. 1976. *Contaminación en el Océano Pacífico Sur-Oriental. (Ecuador-Perú-Chile). Rev.Com.Per.Pacífico Sur. (5):3-62.)*

Alvariño, A. 1963. *Quetognatos Epiplanctónicos del mar de Cortes. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural Tomo XXIV, Dic., 1963. P 97-243.*

Alvariño, A. 1965. *Geographical distribution of Chaetognaths. Oceanography and Marine Biology. An annual Review. Vol. 6, 152-187 p.*

Alvariño, A & M. Leira. 1986. *El Zooplancton del Pacífico ecuatoriano. Investigaciones del Mar. CICIMAR. Vol. 3 No. 1 69-91p.*

Arcos, F. 1978. *Distribución de la biomasa planctónica y copépodos en la parte interior del Golfo de Guayaquil. Rev. Comisión Permanente del Pacífico Sur No 9, 41-50 p.*

Bieri R. & D. Bonilla.1982. *Una nueva especie de Serratosagitta (QUETOGNATO) para la comunidad del plancton del pacífico ecuatorial oriental. Memorias II Congreso Nacional de Ciencias Biológicas., Nov. 1982, Guayaquil. 1: 69-78 p*

Boltovskoy, D. 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata. Argentina. 3-859 p.*

Boltovskoy, E y L. Muñiz. 1977. *Foraminíferos de la Zona de Manglar de Guayaquil (Ecuador). Rev. Museo Argentino CC.NN. B. Rivadavia. 5 (3): 32-40.*

Bonilla D. 1983. *Estudio Taxonómico de los Quetognatos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 2 No. 2 509-567 p.*

Bonilla D. & R. Bieri. 1982. *Quetognatos*

encontrados durante la época de verano (septiembre) de 1974, 1975, 1976 en aguas ecuatorianas. Memorias II Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, Nov. 1982, Guayaquil. 1: 53- 68 p.

Cajas, C, de, L., D. Coello, C. Domínguez. 1998. *Comunidades del Fitoplancton y Zooplancton en el Estuario Interior del Golfo de Guayaquil, durante 1994-1996. Instituto Nacional de Pesca , Guayaquil, Ecuador: 261-284.*

Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República (CAAM). 1996. *Desarrollo y Problemática ambiental del área del Golfo de Guayaquil. 345 p.*

Cullen, Reid y Stewart. 1982. *Phytoplankton in the surface and chlorophyll maximum of southern California in august, 1978. J. Plank. Res. 4:665-694.*

Cupp E., 1943. *Marine plankton diatomms of the west coast of North America. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds H.Sverdrup, R. Fleming, L. Miller, 5(1):-1-238.*

Cruz, E y M. de González, E. Gualancañay, F. Villamar. 1980. *Lista de la Fauna Sublitoral Bentónica del Estero Salado Inferior, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacifico, INOCAR, 1(1): 82-96.*

Gasca, R. & E. Suárez. 1996. *Introducción al zooplancton marino. ECOSUR-CONACYT, México 1-711p.*

Gualancañay, E. 1983. *Foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanograf. Pacific. 2(2): 589-657.*

Gualancañay, E. 1986. *Distribución de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacifico., INOCAR. 3(1): 93-120.*

Gualancañay, E. 1997. *Proyecto Malecón 2000: Estudio de Impacto Ambiental de la Microflora y microfauna bentónica del río Guayas (identificación, evaluación de impactos y medidas de mitigación). Informe técnico INOCAR.*

Gualancañay, E. 1987. *Foraminíferos Bentónicos de los Canales de Jambelí y Del Morro en el Golfo de Guayaquil . Acta Oceanográfica del Pacifico. INOCAR.4 (1) 103- 120.*

Gualancañay, E. 1998. *Estudio de Impacto Ambiental del Microbentos por efectos del Dragado en el Canal de Acceso de Autoridad Portuaria de Guayaquil. Informe Técnico. INOCAR*

Gualancañay, E. 2000. *Estudio de los Foraminíferos Bentónicos en el Área de Posible Depositación de Sedimentos por el Dragado en el Canal de Acceso de Autoridad Portuaria de Guayaquil. Informe Técnico. INOCAR.*

Gualancañay, E. 2000. *Estudio del Microbentos para la elaboración de un mapa de sensibilidad para respuesta a derrames de niveles Tier 1 y Tier 2 en el río Guayas para Shell de Ecuador en época seca, año 2000. Informe Técnico INOCAR.*

Gualancañay, E. 2001. *Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Microbentos por efectos del dragado en el canal de acceso de Autoridad Portuaria de Guayaquil. Informe Técnico de INOCAR.*

Gualancañay, E. M. E. Tapia, y C. Naranjo. 2001. *Estudio de Impacto Ambiental por efectos del dragado debido a la ampliación de Diques de la Base Naval Sur en el Estero Del Muerto: Aspectos Biológicos. Informe Técnico de INOCAR.*

Guzmán de Peribonio, R. 1993. *Catálogo de Organismos Fitoplanctónicos Identificados en el Río Guayas. Boletín Científico y Técnico del Instituto Ncnal de Pesca. 12 (4):3-100.*

Guzmán, R., R Repelín., M, Luzuriaga., D, Hinostroza., M, Villaroel. 1981 *Estudio Ecológico del Mesoplancton del Golfo de Guayaquil: Abundancia Ciclos nictimerales y relaciones entre el Estuario del Río Guayas y el océano. Boletín Científico y Técnico Vol. 4 No 2*

Jiménez, R. 1976. *Composición y variaciones del fitoplancton marino del Golfo de Guayaquil*

y áreas adyacentes. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales, 44p.

Jiménez R., 1983. *Diatomeas y Silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 193-282.*

Jiménez, R. 1997. *Aspectos ecológicos del Ecosistema Marino en el área de Prospección del Campo Amistad, en el Golfo de Guayaquil. Plan de Monitoreo Ambiental del Campo Amistad en el Golfo de Guayaquil. 29p*

Jiménez R., 1998. *Plan de monitoreo ambiental del Campo Amistad en el Golfo de Guayaquil: Aspectos ecológicos del Ecosistema marino de Prospección sísmica del Campo Amistad, en el Golfo de Guayaquil. Informe preliminar.*

Luzuriaga, M. 1981. *Crustáceos zooplanctónicos y materia orgánica en manglares del Golfo de Guayaquil. Revista. Comisión Permanente del Pacífico Sur. Número especial. 113-125p*

Luzuriaga, M. 1881. *Distribución y migraciones verticales del zooplancton en el Golfo de Guayaquil. Revista de Ciencias Marinas y de Limnología vol.1, No 1. 9- 35p.*

Luzuriaga, M. 1989. *Crustáceos zooplanctónicos y materia orgánica en manglares del golfo de Guayaquil. Rev. Com. Perm. Sur. Número especial. 113-125 p.*

Luzuriaga, M., D. Ortega, E. Elías y M.E. Flores. 1998. *Relaciones de abundancia entre Fitoplancton e Ictioplancton con énfasis en la familia Engraulidae, en el Golfo de Guayaquil durante 1998. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador: 387-418.*

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

Mujica, A. & U. Asencio. 1985. *Larvas de peces, Eufáusidos y Estructura Comunitaria del zooplancton del Estrecho Bransfield (Crucero Sibex-Inach, 1984). Serie Científica. INACH, 3: 159-184 p.*

Naranjo., C. 2002. *Zooplancton en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, durante mayo del 2001. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Vol. 11, No 1. 101 - 112 p.*

Peribonio R., 1993. *Catálogo de organismos fitoplanctónicos identificados en el Río Guayas. Boletín.Científico técnico: INP. Vol.XII No.4.Guayaquil-Ecuador.*

Pesantes F., 1983. *Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2):283-399.*

Pesantes F., 1998. *Algunas características geográficas y oceanográficas del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo, durante 1994-1996. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador: 5-15.*

SauHing, A. 1997. *Análisis de los posibles impactos sobre la flora intermareal y medidas de mitigación en el río Guayas. Informe Técnico INOCAR.*

SCOR UNESCO Working group 17, 1966. *Determination of photosynthetic pigments in the sea-water. Monographs on oceanographic methology, 1, Unesco, pp. 9-18.*

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

Solórzano L. y G. Viteri, 1981. *Investigación química de una sección del estero salado. Revista de Ciencias del Mar y Limnología del Instituto Nacional de Pesca.Volumen 3 No.1: 41-49*

Solórzano, L. 1989. *Estado de la calidad del agua costera en el Ecuador. A sustainable shimp mariculture for Ecuador. Technical report. Series TR-E-6. International Coastal Resources Management Project. pp.163-177.*

Sund., P. 1991. *Two new species of Chaetognatha from the waters off Perú. Pacific Science. Vol. XV, January 1961. p 105-114.*

Tapia M., 2002. *Estudio de las Comunidades del Fitoplancton en los ríos Daule, Guayas y Estero Salado. Acta Oceanográfica del Pacífico, 11(1): 79-90 p.*

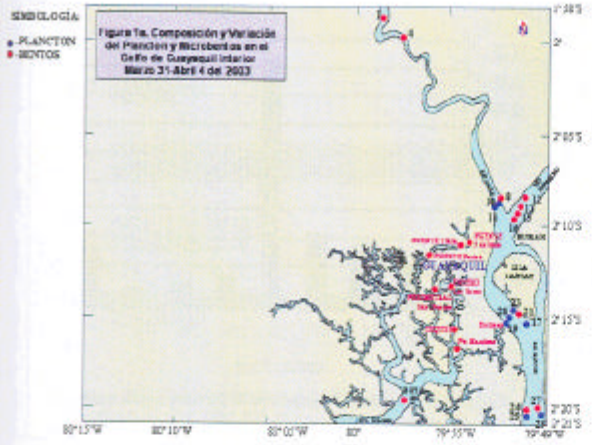
Tregouboff, G. & M. Rose. 1957. *Manuel de Plantonologie Mediterrameene. Centro National de la Recherche Scientifique, París. Tomo 2. 1-207 p.*

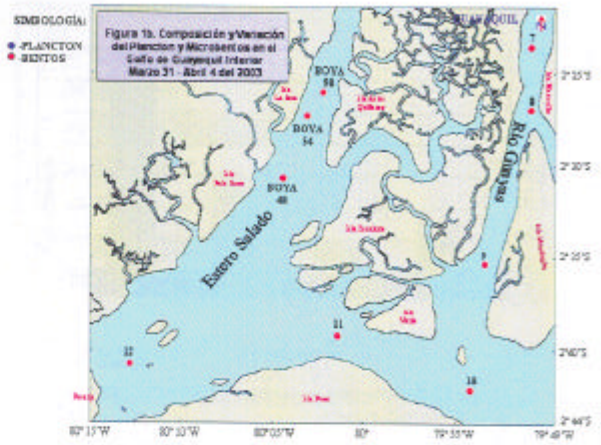
Uthermohl H., 1958. *Zur Vervollkomnung der Quantitativen phytoplankton methodik Mitt. Inter. Ver. Limnol. 9: 1-38*

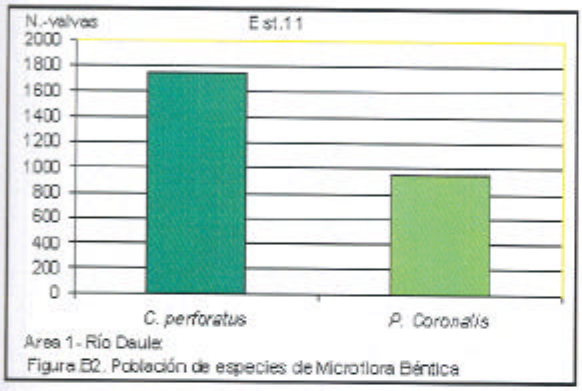
Valencia., M C De Ordoñez & A De Morán. 2000. *Calidad Físico Química y Bacteriológica de las aguas alrededor de la ciudad de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 10 (1): p 67-78.*

Walton, W. R. 1952. *Techniques for recognition of living foraminifera. Cushman Found. For. Res., 3(2).*

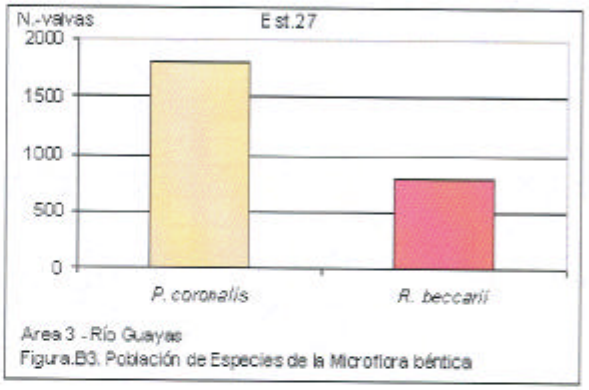
Zambrano I., 1983. *Tintinnidos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2):443-507 p.*



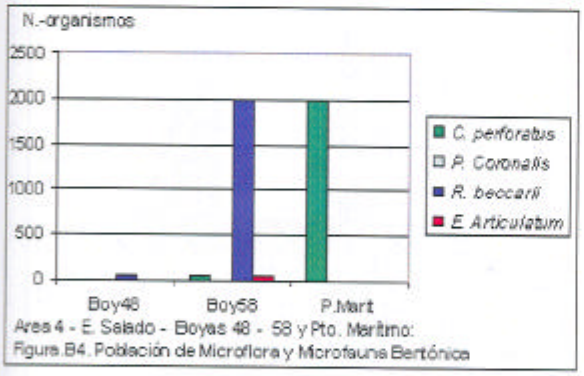




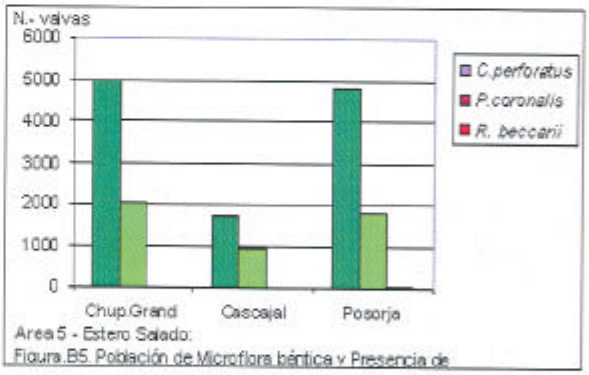
Area 1 - Río Daule
Figura B2. Población de especies de Microflora Béntica



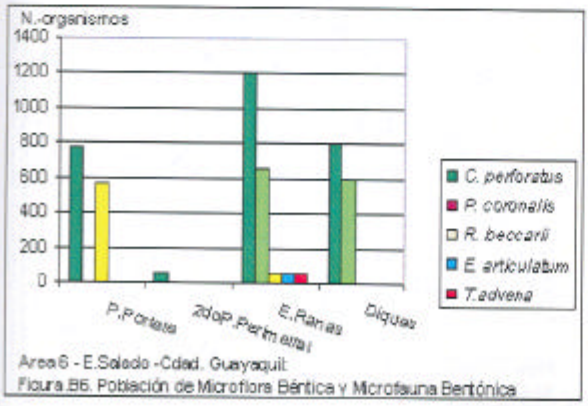
Area 3 - Río Guayas
Figura.B3. Población de Especies de la Microflora béntica



Area 4 - E. Salado - Boyas 48 - 58 y Pto. Marítimo:
Figura.B4. Población de Microflora y Microfauna Bentónica



Area 5 - Estero Salado:
Figura.B5. Población de Microflora béntica y Presencia de



Area 6 - E.Salado -Cdad. Guayaquil:
Figura.B6. Población de Microflora Béntica y Microfauna Bentónica

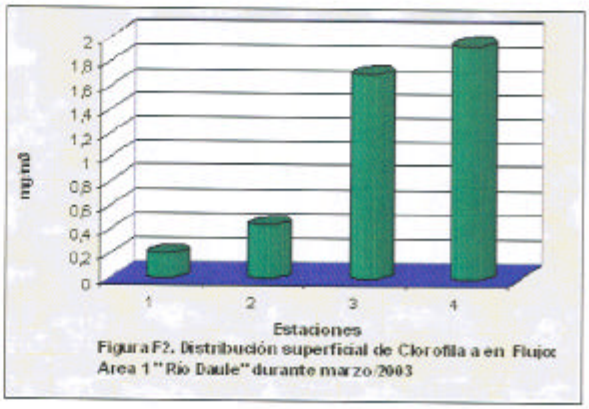


Figura F2. Distribución superficial de Clorofila a en Flujo: Area 1 "Río Daule" durante marzo/2003

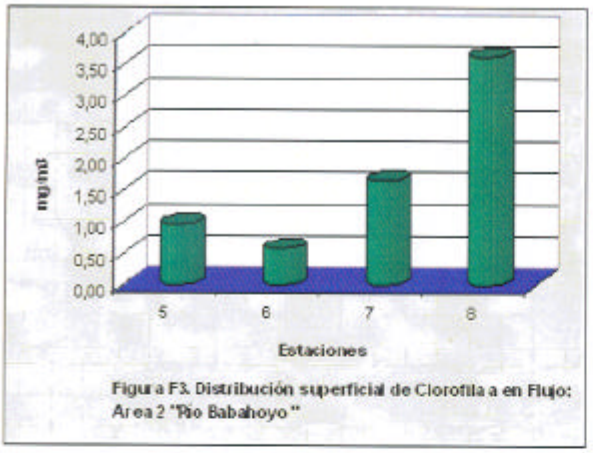


Figura F3. Distribución superficial de Clorofila a en Flujo: Area 2 "Río Babahoyo "

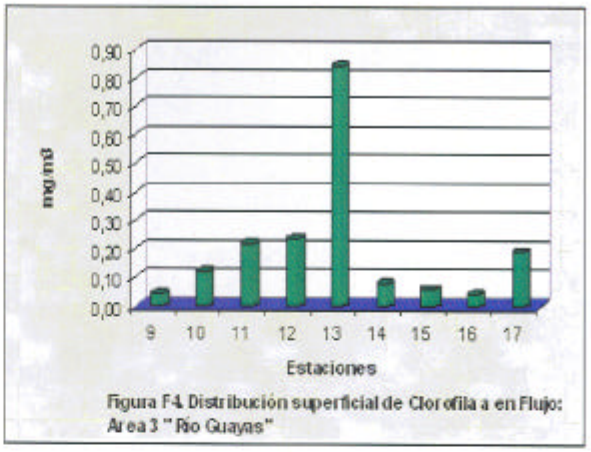


Figura F4. Distribución superficial de Clorofila a en Flujo: Area 3 " Río Guayas"

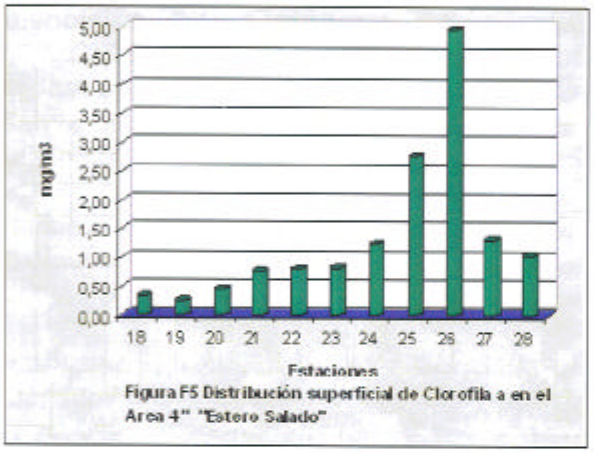


Figura F5 Distribución superficial de Clorofila a en el Area 4" "Estero Salado"

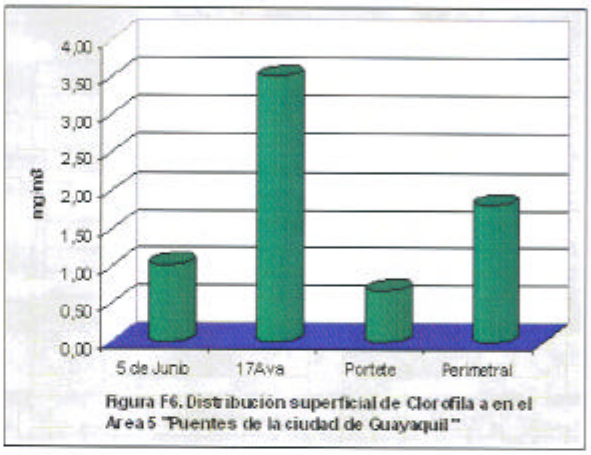


Figura F6. Distribución superficial de Clorofila a en el Area 5 "Puentes de la ciudad de Guayaquil "

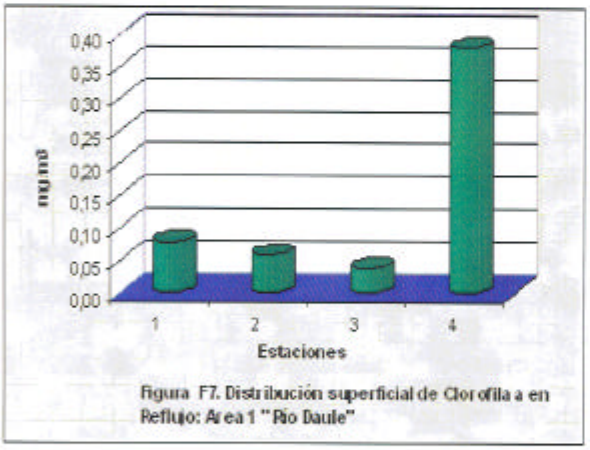


Figura F7. Distribución superficial de Clorofila a en Reflujo: Area 1 " Río Daule"

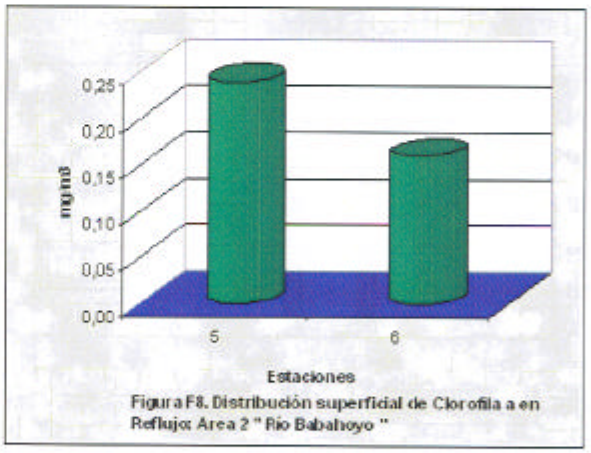


Figura F8. Distribución superficial de Clorofila a en Reflujo: Area 2 " Río Babahoyo "

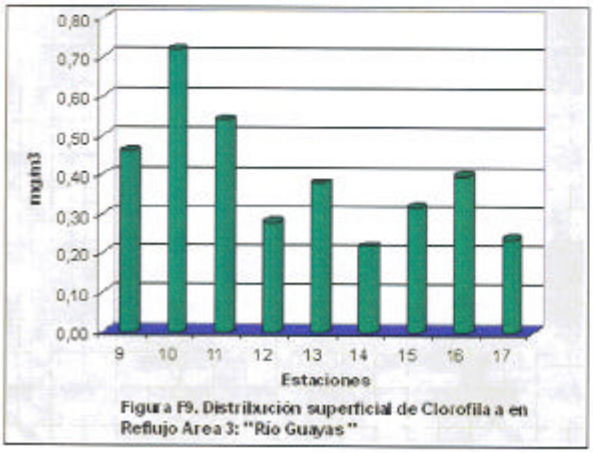


Figura F9. Distribución superficial de Clorofila a en Reflujo Area 3: " Río Guayas "

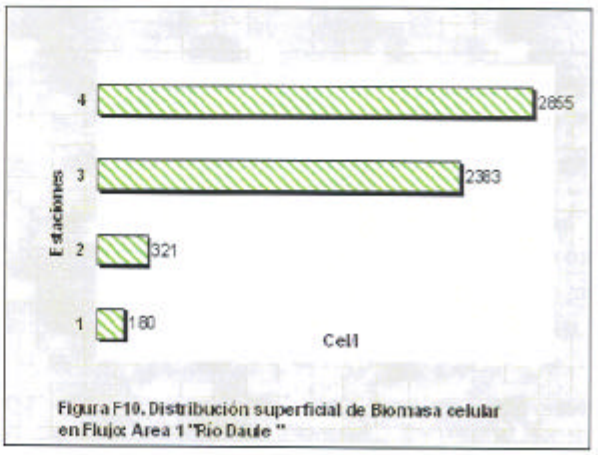


Figura F10. Distribución superficial de Biomasa celular en Flujo: Area 1 "Río Daule "

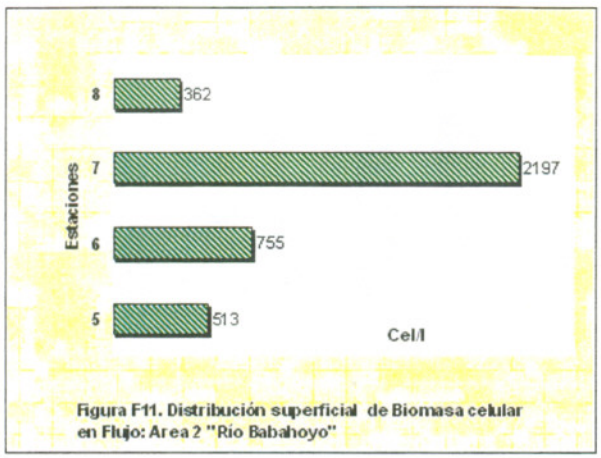


Figura F11. Distribución superficial de Biomasa celular en Flujo: Area 2 "Rio Babahoyo"

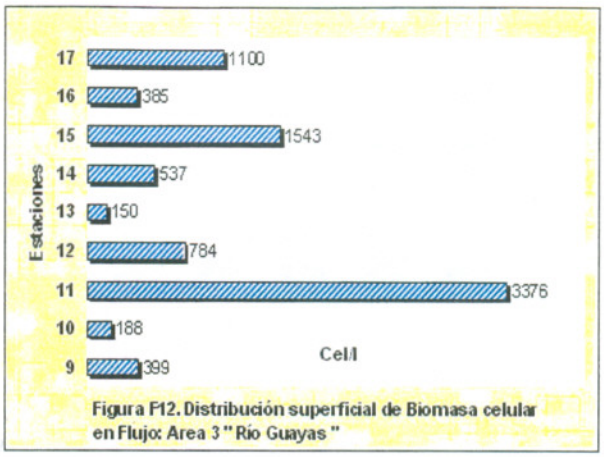


Figura F12. Distribución superficial de Biomasa celular en Flujo: Area 3 "Rio Guayas "

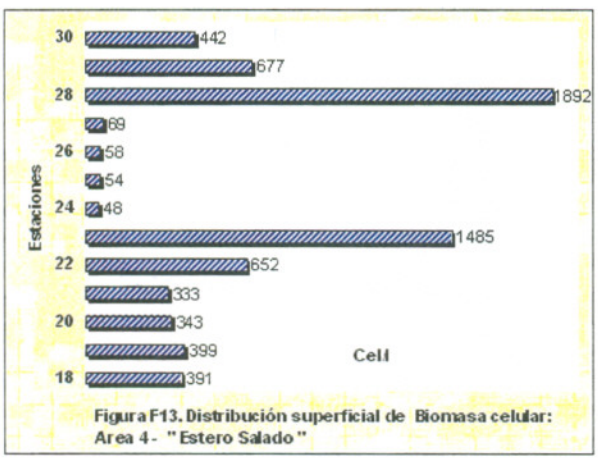


Figura F13. Distribución superficial de Biomasa celular: Area 4 - "Estero Salado"

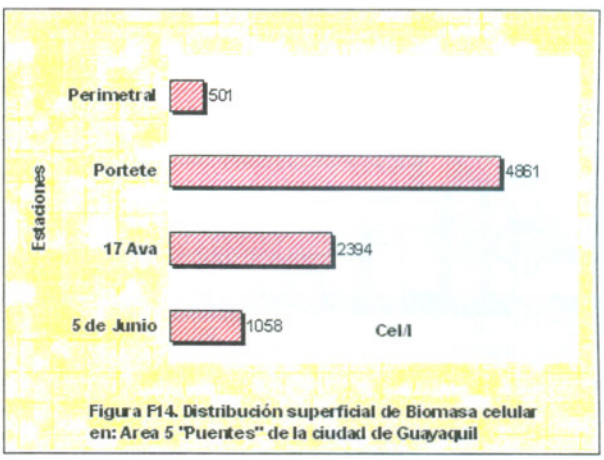


Figura F14. Distribución superficial de Biomasa celular en: Area 5 "Puentes" de la ciudad de Guayaquil

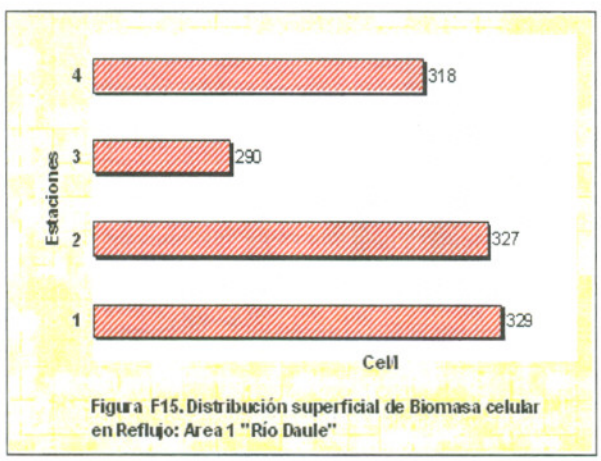


Figura F15. Distribución superficial de Biomasa celular en Reflujo: Area 1 "Río Daule"

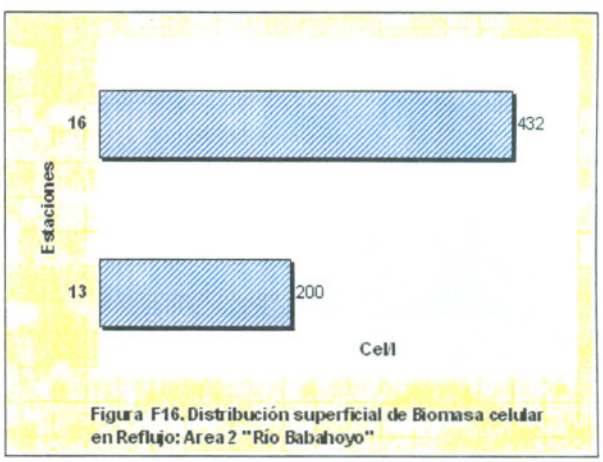


Figura F16. Distribución superficial de Biomasa celular en Reflujo: Area 2 "Río Babahoyo"

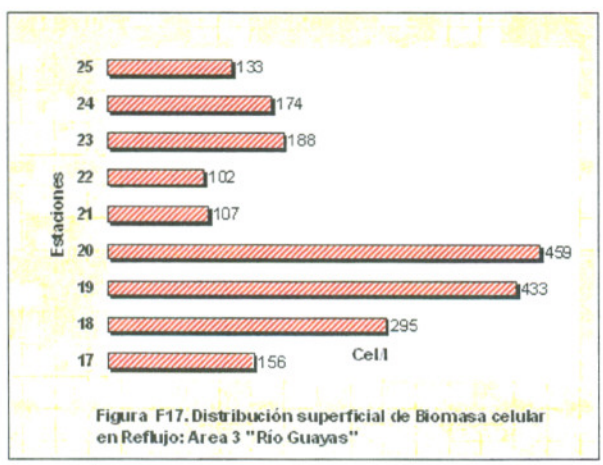


Figura F17. Distribución superficial de Biomasa celular en Reflujo: Area 3 "Río Guayas"

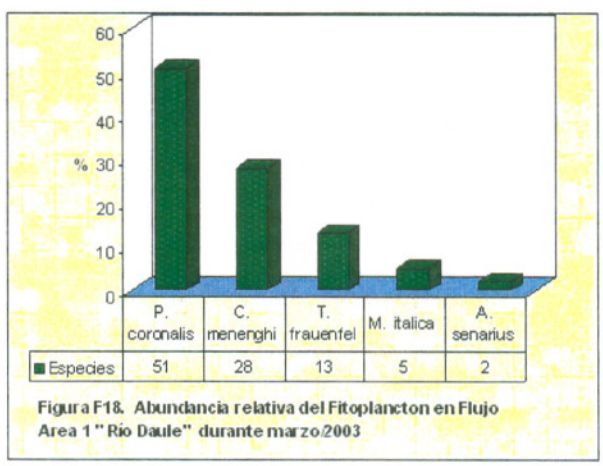


Figura F18. Abundancia relativa del Fitoplancton en Flujo Area 1 "Río Daule" durante marzo/2003

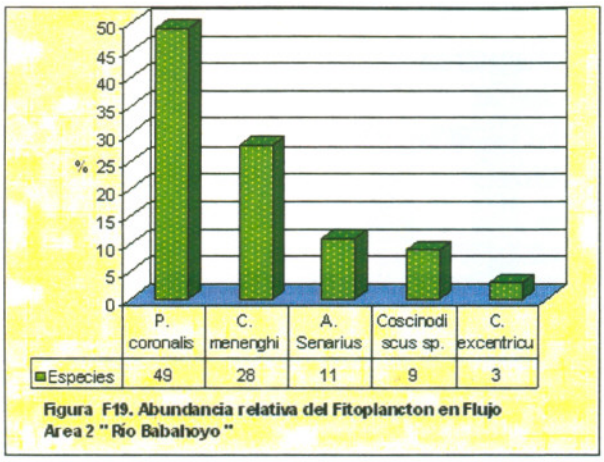


Figura F19. Abundancia relativa del Fitoplancton en Flujo Area 2 " Río Babahoyo "

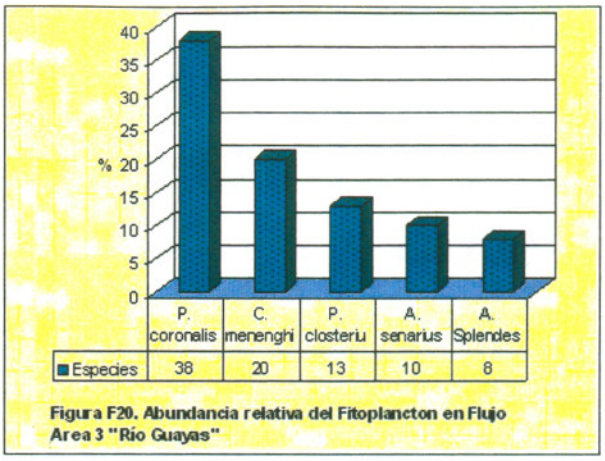


Figura F20. Abundancia relativa del Fitoplancton en Flujo Area 3 "Río Guayas"

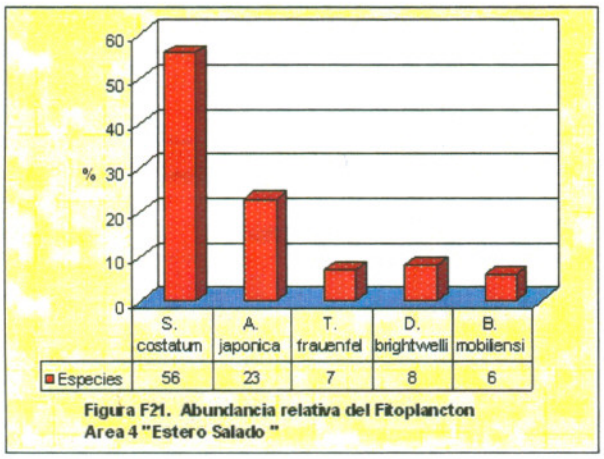


Figura F21. Abundancia relativa del Fitoplancton Area 4 "Estero Salado "

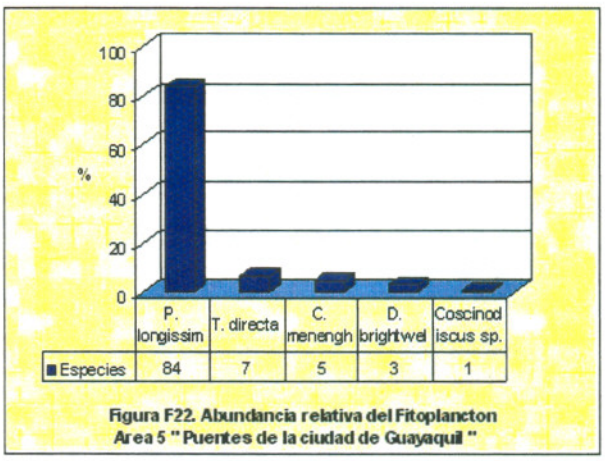


Figura F22. Abundancia relativa del Fitoplancton Area 5 " Puentes de la ciudad de Guayaquil "

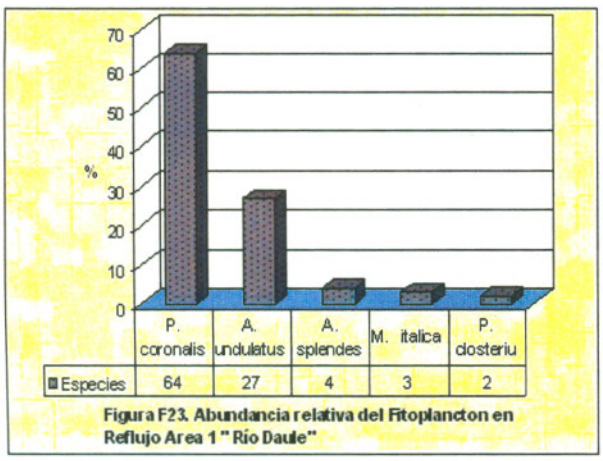


Figura F23. Abundancia relativa del Fitoplancton en Reflujo Area 1 " Río Daule"

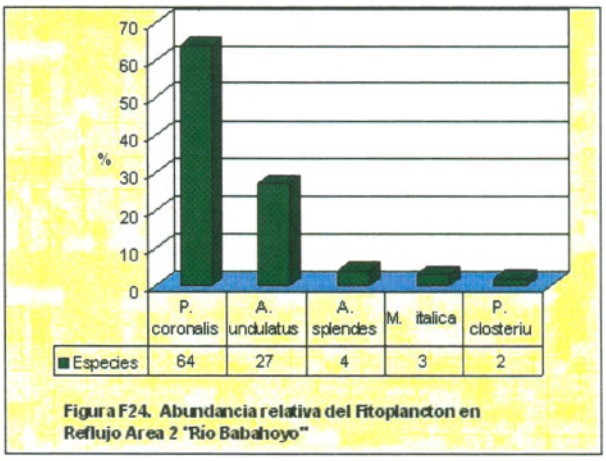


Figura F24. Abundancia relativa del Fitoplancton en Reflujo Area 2 "Río Babahoyo"

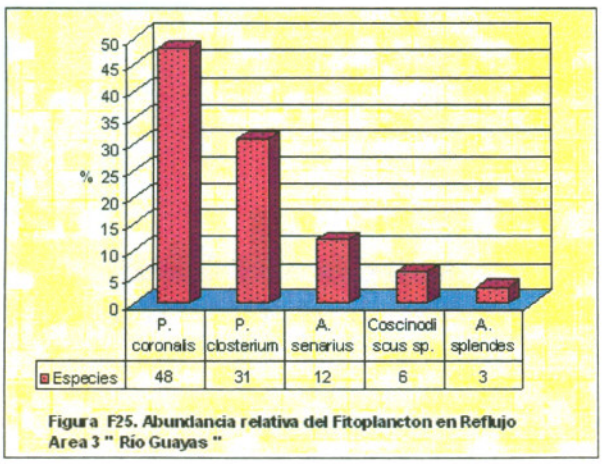


Figura F25. Abundancia relativa del Fitoplancton en Reflujo Area 3 " Río Guayas "

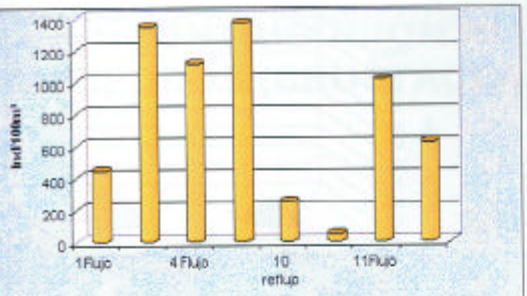


Figura. Z2 Variabilidad de la biomasa zooplanctónica en el área del Río Daule durante la época húmeda, (Abril-2003)

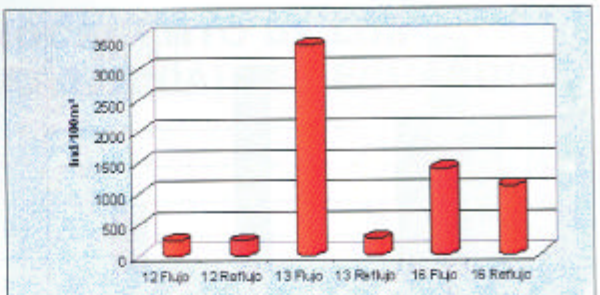


Figura. Z3 Variabilidad de la biomasa zooplanctónica en el área del Río Babahoyo durante la época húmeda, (Abril - 2003)

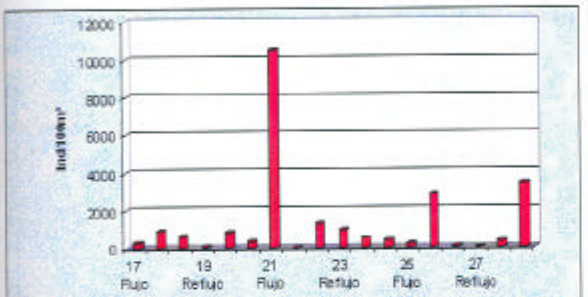


Figura. Z4 Variabilidad de la biomasa zooplanctónica en el área de Río Guayas durante la época húmeda, (Abril, 2003)

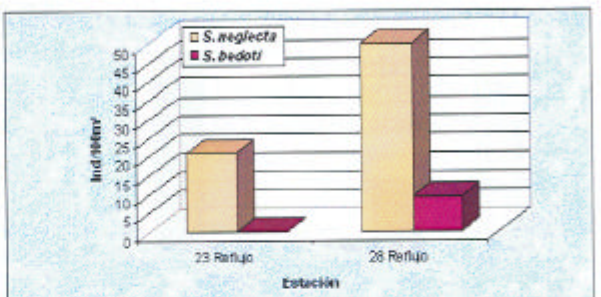


Figura. Z5 Distribución de las especies de Quetognatos en el área del río Guayas durante la época húmeda, (Abril- 2003).

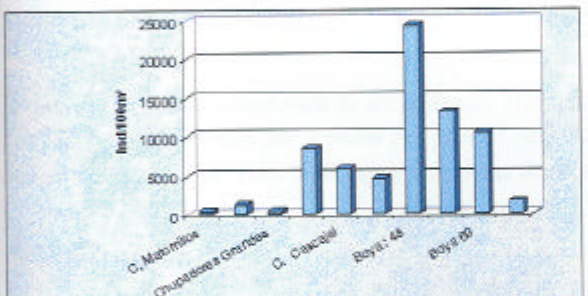


Figura. Z6 Variabilidad de la biomasa zooplanctónica en el área del Estero Salado durante la época húmeda, (Abril-2003)

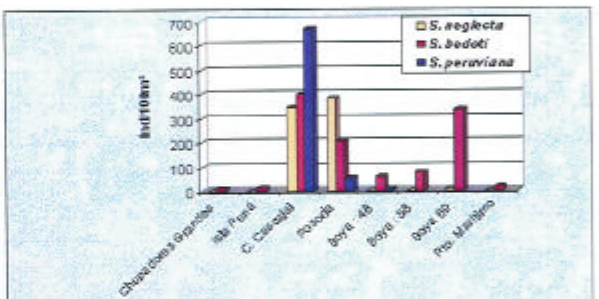


Figura. Z7 Distribución de las especies de Quetognatos en el área del Estero Salado durante la época húmeda (Abril-2003)

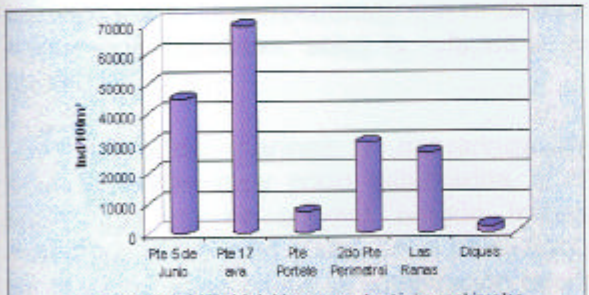


Figura. Z8 Variabilidad de la biomasa zooplanctónica en el área los Puentes de la Ciudad de Guayaquil durante la época húmeda (Abril-2003)

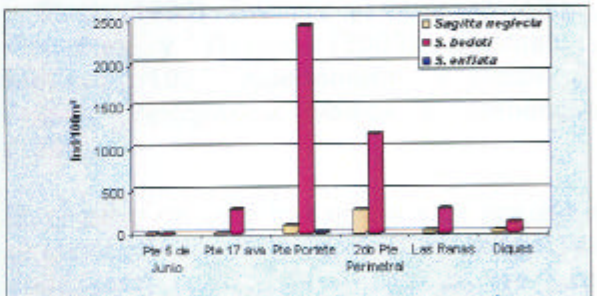


Figura. Z9 Distribución de las especies de Quetognatos en el área de los Puentes de la ciudad de Guayaquil durante la época húmeda, (Abril-2003)

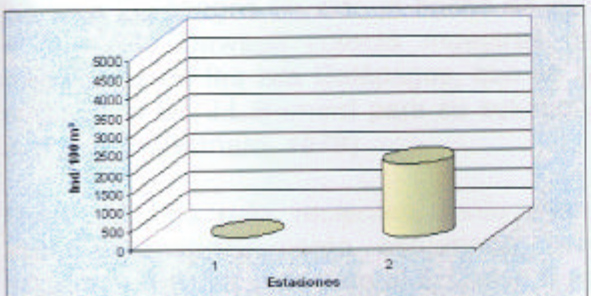


Figura. Z10 Variabilidad de la Biomasa zooplanctónica en el área del Río Daule durante la época seca, (Septiembre-2003)

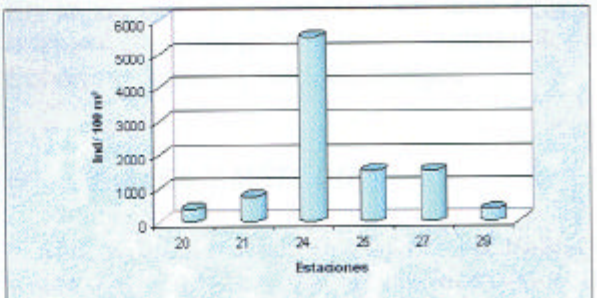


Figura. Z11 Variabilidad de la biomasa Zooplanctónica en el área del Río Guayas durante la época seca, (Septiembre- 2003)

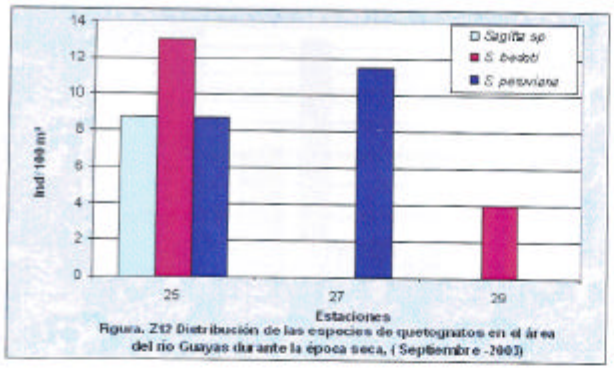


Figura. Z12 Distribución de las especies de quetognatos en el área del río Guayas durante la época seca, (Septiembre -2003)

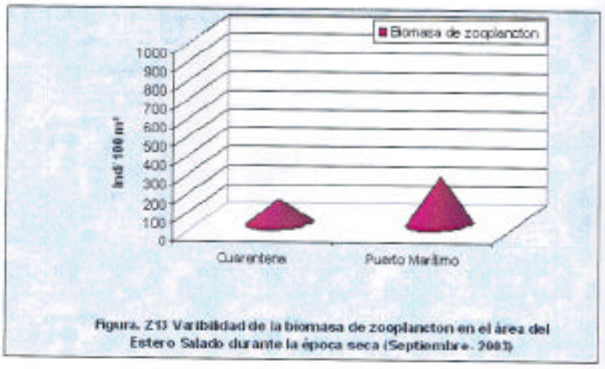


Figura. Z13 Variabilidad de la biomasa de zooplancton en el área del Estero Salado durante la época seca (Septiembre- 2003)

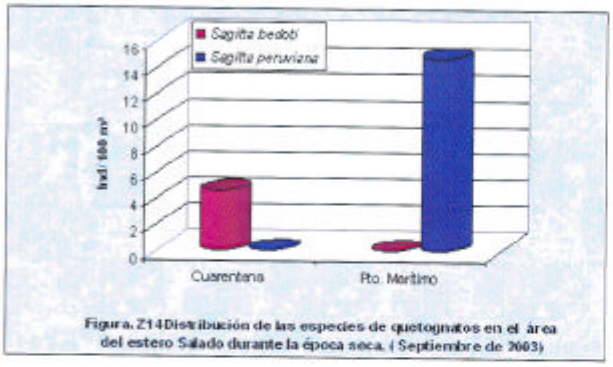


Figura. Z14 Distribución de las especies de quetognatos en el área del estero Salado durante la época seca. (Septiembre de 2003)

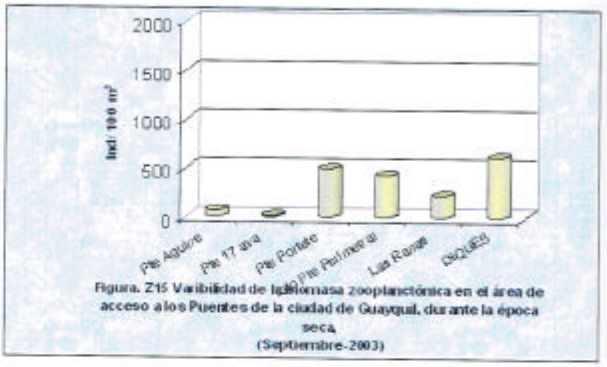


Figura. Z15 Variabilidad de la biomasa zooplanctónica en el área de acceso a los Puentes de la ciudad de Guayquil, durante la época seca
(Septiembre-2003)

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LOS ANFÍPODOS (CRUSTACEA, PERACARIDA) DEL ECUADOR

Por:
M. Ortíz *, R. Jiménez,
P. Tutasi, K. Arteaga **
y R. García ***

ABSTRACT

An up-today check list of the amphipod crustaceans (Crustacea, Peracarida) of the continental coast of Ecuador and the Galapagos Islands, are given. A total of 15 species of this crustaceans are first recorded for this country, of which 8 are recorded for the continental coast and 8 for the Galapagos Islands, one of them have been recorded for both regions.

Palabras clave: Lista de especies, nuevos registros, Amphipoda, Crustacea, Ecuador e Islas Galápagos.

Key words: Check list, new records, Amphipoda, Crustacea, Ecuador and Galapagos Islands

RESUMEN

Se presenta una lista actualizada de los anfípodos (Crustacea, Peracarida) de la costa continental del Ecuador, así como de las Islas Galápagos. Se citan por primera vez para el país 15 especies de estos crustáceos, de los cuales 8 se citan para la costa continental y 8 para las Islas Galápagos, siendo una de ellas común en ambas regiones.

INTRODUCCIÓN

Sobre los anfípodos de las costas del Pacífico Sur Americano la información existente es muy escasa, si la comparamos con la de otras áreas zoogeográficas, salvo la referida a las costas de Chile

Los anfípodos marinos y estuarinos del Ecuador están muy poco estudiados, a tal punto que no se conoce ningún trabajo específico sobre este grupo en el país. Sobre los dulciacuícolas existe la compilación hecha por Holsinger (1981) citando varias especies. El único antecedente sobre los anfípodos de las islas Galápagos ha sido el hecho de que el Dr. Yale Dawson colectó muestras de macroalgas de las Isla Galápagos, que se le enviaron al Dr. J.L.Barnard para su estudio y publicación (Barnard, 1979)

Otros trabajos más recientes, tanto sobre especies marinas como estuarinas, han registrado algunas más para el Ecuador, tales como Barnard (1954); Barnard (1960); Barnard, J. L. (1979); Conlan y Bousfield, (1982); Barnard, J.L. and C.M. Barnard (1983); Botosaneanu (editor) (1986); Coineau, y Stock (1986). Barnard y Karaman (1991); González y Watling (2003); Thomas y McCann, 1997; Koenemann. y Holsinger, (1999); Vinogradov, Volkov y Semenova (1996).

El objetivo de este trabajo ha sido actualizar el conocimiento de los anfípodos de la costa continental del Ecuador como de las Islas Galápagos.

En la tabla 1 se presentan los taxa citados hasta el presente para la costa continental del Ecuador y para las Islas Galápagos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sobre la base de la revisión de los trabajos antes mencionados, se ha confeccionado la lista que se presenta, la cual incluye las especies de anfípodos de las costas

* Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba
** Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil
*** Instituto Nacional de Pesca

continentales del Ecuador y de las Islas Galápagos. Dichas costas están situadas en la porción Sur de la Provincia Panámica (Boschi, 2000), mientras que las Islas Galápagos constituyen otra independiente.

Los números que aparecen después del autor y año de cada especie se corresponde con el sistema de registros geográficos establecido en el trabajo de Barnard y Karaman (1991) (502, Cuadrante Ecuador 0-15'S, 70-90'W, 200+m; 546, Galápagos).

Los nombres y fechas entre paréntesis, después del autor y año de cada especie, son del autor que ha citado dicha especie para el Ecuador.

Para los anfípodos del Suborden Gammaridea se ha empleado el sistema de clasificación de Barnard y Karaman (1991), mientras que para los de Hypériidea se utilizó el de Vinogradov et al. (1996).

Las especies dudosas Elasmopus miersi (Wrzesniowsky, 1879), Elasmopus peruvianus (Dana, 1852) y Phronima bowmani (Shih, 1991) no han sido consideradas en este trabajo.

	Costa continental	Galápagos
Gammaridea		
Familias	9	9
Géneros	9	25
Especies	15	40
Hyperiidea		
Familias	1	1
Géneros	1	1
Especies	1	1
Totales		
Familias	20	----
Géneros	36	----
Especies	57	----

Tabla 1. Número de Familias, Géneros y Especies de anfípodos citados hasta el presente, para la costa continental del Ecuador y para las Galápagos

RESULTADOS

Lista de especies

Suborden Gammaridea

Dulciacuícolas

Familia Bogidiellidae

Bogidiella gammariformis Sket, 1985. (Koenemann y Holsinger, 1999) Ecuador
Medigidiella sp. n. (Galápagos) (por describir por N. Coineau, según Stygofauna Mundi, Botosaneanu (editor), 1986)

Marinas y estuarinas

Familia Hyalellidae

Hyalella azteca (Holsinger, 1981) Ecuador (ahora es un complejo de especies)
Hyalella meinerti Stebbing, 1899 (E. González y L. Watling, 2003) Ecuador

Familia Ampeliscidae

Ampelisca lobata Holmes, 1908 (Barnard, 1954; Barnard, 1979) Ecuador, Galápagos
Ampelisca milleri Barnard, 1954 (Barnard, 1954) Galápagos
Ampelisca schellenbergi Shoemaker 1933 (Barnard, 1954) Ecuador
Ampelisca venetiensis Shoemaker 1916 (Barnard, 1954)Ecuador
Ampelisca vera Barnard,1954 (Barnard,1954) Ecuador
Ampelisca cristata microdentata Barnard,1954 (Barnard,1954) Ecuador
Ampelisca pugetica forma macrodentata Barnard,1954 (Barnard,1954) Galápagos

Familia Amphilochidae

Amphilochus cf. neapolitanus Della Valle, 1893 (Barnard, 1979) Ecuador

Familia Ampithoidae

Ampithoe guaspare JL Barnard, 19g79, (Barnard, 1979) Galápagos 546
Ampithoe plumulosa Shoemaker, 1938, (Conlan y Bousfield, 1982) Ecuador, Galápagos

Ampithoe pollex Kunkel, 1910, 546? Galápagos (Barnard, 1979)
Ampithoe tahue JL Barnard, 1979, 546 (Barnard, 1979) Galápagos
Amphithoe vacoregue Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos

Familia Anamixidae

Anamixis linsleyi Barnard, 1955 (Barnard, 1979) (Galápagos)

Familia Corophiidae Ischyroceridae

Cheiriphotis megacheles (Giles, 1885) (Barnard, 1979) Galápagos
Chevalia aviculae Walker, 1904 (Barnard, 1979) Galápagos, 546
Ericthonius brasiliensis (Dana, 1853) (Barnard, 1979) Galápagos
Laticorophium baconi (Shoemaker, 1934) (Barnard, 1979) Galápagos
Ischyrocerus chinipe (Barnard, 1979) (Barnard, 1979) Galápagos, 540
Microdeutopus hancocki Myers, 1968 (Barnard, 1979) Ecuador
Photis elephantis Barnard, 1962 (Barnard, 1979) Galápagos
Posophotis seri Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Varohios topianus Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos

Familia Hyalidae

Hyale darwini Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Hyale zuaque Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Ecuador, Galápagos
Hyale guasave Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Hyale humboldti (Barnard, 1979) (Barnard, 1979) Galápagos
Parhyale fascigera Stebbing, 1897 (Barnard, 1979) Galápagos

Familia Leucothoidae

Leucothoe spinicarpa (Abildgard, 1789) (Thomas, J. D. y L.D. McCann, 1997) Galápagos

Familia Melitidae

Anchialella vulcanella Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Dulzura gal Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Elasmopus ecuadorensis Schellenberg, 1936 (Barnard, 1979) Galápagos
Elasmopus mayo Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Ecuador, Galápagos
Elasmopus ocoroni Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Elasmopus serricatus Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Ecuador, Galápagos
Elasmopus tubar Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Elasmopus zoanthidea Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Galapsiellus leleuporum (Monod, 1970) (Barnard, 1979) Galápagos
Maera reishi Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Maera chinarra Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos
Melita diffidentia Barnard, 1979 (Barnard, 1979) Galápagos

Familia Phoxocephalidae

Foxiphalus golfensis J.L. y C. M. Barnard, 1982, 540 Galápagos

Género Harpiniopsis (Barnard, 1960) Galápagos

Paraphoxus calcaratus (Gurjanova, 1938) (Barnard, 1960) Galápagos
Paraphoxus oculatus (Sars, 1879)) (Thomas, J. D. y L.D. McCann, 1997) (Galápagos
Proharpinia tropicana Barnard, 1960 (Barnard, 1960) Galápagos
Latacunga latacunga J.L.Barnard, 1972, 502 B Ecuador

Suborden Hyperiidea

Familia Mimonectidae

Mimonectes sphaericus Bovallius, 1885 (Galápagos)

Familia Parascelidae

Parascelus typhoides Claus, 1879 (Vinogradov, Volkov y Semenova, 1996) Ecuador

En la Tabla 2 se presentan los nuevos registros de géneros y especies de anfípodos de la costa continental del Ecuador y de las Islas Galápagos.

Suborden Gammaridea	**Costa continental**	**Galápagos**
Familia Corophiidae-Ischyroceridae (Sensu Barnard y Karaman, 1991).		
Cerapus sp.	X	
Grandidierella bonnieroides Stephensen, 1947	X	
Familia Oedicerotidae		
Wetwoodilla sp.	X	
Suborden Hyperiidea		
Familia Hyperiidae		
Lestrigonus latissimus (Bovallius, 1889)	X	
Lestrigonus macrophthalmus (Vosseler, 1901)	X	
Lestrigonus bengaliensis Giles, 1887	X	
Lestrigonus shoemakeri Bowman, 1973	X	
Familia *Lycaeopsidae*		
Lycaeopsis themistoides Claus, 1879		X
Familia *Oxycephalidae*		
Glassocephalus milneedwardi Bovallius, 1887	X	X
Oxycephalus piscator (Mine-Edwards, 1830)		X
Rhabdosoma armatum (Milne-Edwards, 1840)		X
Familia *Phronimidae*		
Phronima atlantica Guérin-Méneville, 1836		X
Phrominella elongata (Claus, 1862)		X
Familia Vibiliidae		
Vibilia armata Bovallius, 1887		X
Vibilia stebbingi (Behning, 1925)		X

Tabla 2. Nuevos registros de géneros y especies de anfípodos de la costa continental del Ecuador y de las Islas Galápagos.

DISCUSIÓN

El hallazgo más interesante luego de este estudio ha sido la aparición de Wetwoodilla sp., es una especie muy común en los arrastres de hiperbentos. Chazaro et al. (2002) citan una especie de este género para la entrada de una laguna costera de Veracruz, México. Primera cita para el Ecuador. Es la segunda consignación de un representante de este género para aguas someras en el Continente Americano. Se trata de una especie nueva para la ciencia por describir.

También resultan de interés la hembra encontrada del género *Cerapus*, lo cual impide su determinación hasta el nivel específico. Se espera colectar el macho para definir si se trata de una especie no descrita. No ha sido citada antes para el Ecuador o las Galápagos.

La colecta de las restantes especies de gammarídeos e hyperídeos dada su distribución geográfica son especies de esperada aparición para las aguas del país.

En lo que a la Tabla 2 se refiere, el número de registros para la costa continental es semejante al de los de las Islas Galápagos, aun cuando previo a este trabajo el número de especies citadas para las islas era muy superior. En general, estos resultados sugieren que aun queda mucho por conocer sobre estos interesantes crustáceos en el país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente al Vicerector General de la Universidad de Guayaquil Dr. Salomón Quintero Estrada, al Ing. Geól. José Cuenca Vargas, Decano de la Facultad de Ciencias Naturales, por su apoyo en otorgar la pasantía del primer autor en la facultad.

BIBLIOGRAFÍA

Barnard, J.L. 1954. *Amphipoda of the family Ampeliscidae collected in the Eastern Pacific Ocean by the Velero III and Velero IV. Allan Hancock Pacific Expeditions 18 (1):1-137. California.*

Barnard, J.L. 1960. *The amphipod family Phoxocephalidae in the Eastern Pacific Ocean, with analyses of other species and notes for arevision of the Family. Allan Hancock Pacific Expedition 18 (3):1-105.*

Barnard, J. L., 1979. *Littoral Gammaridean Amphipoda from the Gulf of California and the Galapagos Lslands. Smithson. Contrib. Zool. 271:1-149.*

Barnard, J.L. and C.M. Barnard, 1983. *The Fresh water Amphipoda of the World. I. Evolutionary patterns, and II, Handbook and Bibliography. Mt. Vemon, Virginia, Hayfield Associates, 830 pp.*

Barnard, J.L. y G. Karaman, 1991. *The Families and Genera of Marine Gammaridean*

Amphipoda (Except Marine Gammaroids). Records of the Australian Museum, Supplement 13 Parts 1 and 2:1-866.

Boschi, E.E. 2000. *Species of Decapod Crustaceans and their distribution in the American Marine Zoogeographic Provinces. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 13 :1-136.*

Botosaneanu, L. (editor) 1986. *Stygofauna Mundi. A Faunistic distribution and Ecological Synthesis of the World Fauna inhabiting Subterranean Waters (including the marine interstitial) , 744 pp.*

Conlan, K.E. y Bousfield, *E.L. The Amphipod Superfamily Corophioidea inb the Northeastern Pacific Region. Family Ampoithoidae. Studies on Amphipod Crustaceans of the Northeastern Pacific Region, I. Pub. Biol. Ocen. 10:41-75.*

Coineau, N y J.H. Stock, *Amphipoda, Bogidiellidae in Stygofauna Mundi. A Faunistic distribution and Ecological Synthesis of the World Fauna inhabiting Subterranean Waters (including the marine interstitial) 574-580.*

Cházaro-Olvera, I. Winfield, M. Ortiz y F. Alvarez. 2002. *Peracarid crustaceans from three inlets in the southwestern Gulf of Mexico: new records and range extensions. Zootaxa 123:1-16.*

González, E, y L. Watling, 2003. *A new species of Hyalella from Colombia, and the redescription of H. meinerti Stebbing, 1899 from Venezuela (Crustacea: Amphipoda) Journ. Nat. Hist. 37 (17):2095-2111.*

Koenemann. S. y J.R. Holsinger, 1999. *Megagidiella azul, a new genus and species of cavernicolous amphipod crustacean (Bigidiellidae) from Brazil, with remarks on ots biogeographic and phylogenetic relationships. Poc. Biol. Soc. Wash. 112(3):572-580.*

Thomas, J. D. y L.D. McCann, 1997. *The Crustacea, Part 3 The Amphipoda In Blake, J., L. Watling y P. Valentich Scott (editores) Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin, and the Western Santa Barbara Channel. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barabara, California, 351 pp.*

Vinogradov, M.E., A.F. Volkov y T.N. Semenova, 1996. *Hyperiid Amphipod (Amphipoda, Hyperiidea) of the World OceansSmithsonian Institution Libraries, Washington, D.C. 632 pp.*

MALACOFAUNA BENTONICA EXISTENTE EN LOS ALREDEDORES DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL (EsteroSalado y Río Guayas), DURANTE 2003

Por:
Manuel Cruz P.

ABSTRACT

Eleven places around the Guayaquil city (Estero Salado and Guayas River), were studied and eleven species of mollusks were founded of which seven (7) belong to Bivalvia class and four (4) to the Gastropoda class. The families of the Bivalvia are: OSTREIDAE, MYTILIDAE, DREISSENIDAE, VENERIDAE, TELLINIDAE Y CORBICULIDAE and the Gastrópoda class are: NERITIDAE, POTAMIDIDAE, LITTORINIDAE y MELAMPIDAE.
The Bivalvia families most abundant are: son OSTREIDAE y DREISSENIDAE and the Gastropoda is POTAMIDIDAE.
The higher biodiversity is around of the Portete bridge and the lowest biodiversity was observed at the Guayas River.

RESUMEN

Del estudio de 11 sitios estudiados alrededor de la ciudad de Guayaquil, se encontraron 11 especies de moluscos de los cuales 7 son de la clase Bivalvia y 4 de la clase Gasterópoda. Las familias de la clase Bivalvia son: OSTREIDAE, MYTILIDAE, DREISSENIDAE, VENERIDAE, TELLINIDAE Y CORBICULIDAE , mientras que los Gasterópodos son: NERITIDAE, POTAMIDIDAE, LITTORINIDAE y MELAMPIDAE.
Las familias más abundantes de la clase bivalvia son OSTREIDAE y DREISSENIDAE, mientras que la de los gasteropodos es POTAMIDIDAE.
El área donde se encuentra la mayor biodiversidad es en los alrededores del puente Portete y la menor biodiversidad fue observada en el río Guayas.

INTRODUCCIÓN

Las áreas estuarinas usualmente son zonas muy productivas y poseen una gran bioidiversidad, pero cuando se trata de evaluar sitios que a diario están siendo alterados por la acción antropogénica, tráfico de embarcaciones, substratos contaminados etc., los organismos encontrados no representan la real diversidad que tenía el ecosistema, sino las especies que son capaces de sobrevivir en un área que a diario es intervenida, pero que su reporte es un dato muy valioso para los inventarios y bases de datos de la biodiversidad ecuatoriana.

Por la poca información publicada de la fauna bentónica que existe del Estero Salado entre el puente Portete y la ciudadela Miraflores, con frecuencia se han presentado dificultades para ciertos biólogos investigadores, que trabajan en distintos proyectos de investigación en el Estero Salado y en los alrededores de la ciudad de Guayaquil, en la identificación las especies de moluscos o su nombre científico, para incorporarlo en los reportes de sus trabajos de investigación, porque existe una especie de bivalvo *Mytilopsis trawtuineana,* de la familia DREISSENIDAE, que tiene la forma y es muy similar a las especie *Mytella strigata* de la familia MYTILIDAE, comúnmente llamados mejillones y es muy fácil equivocarse si no se observan las características taxonómicas de la especie.

En ciertas áreas del Estero Salado (Puente Portete a Puente de la ciudadela Miraflores), de la zona intermareal, donde hay lodo entre las piedras y una débil corriente, existe un gasterópodo pulmonado, *Tralia panamensis,* de diminuto tamaño, que es característico de este ambiente y no se lo ha reportado anteriormente.

Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Casilla 5940, Guayaquil - Ecuador
Fax: (593-4) 248 5166. E-mail: corrientes@inocar.mil.ec

Existe también la probabilidad de que en un futuro se quiera recuperar el ecosistema natural del Estero Salado, que rodea la ciudad de Guayaquil, por lo que es necesario contar con una información básica de las especies que existen en los diferentes sitios, para proteger, conservar y repoblar estas especies, que ayudarán a mantener el equilibrio biológico, que mejoraría la calidad del ecosistema del estero salado.

Con el propósito de contribuir a una mejor orientación en los trabajos biológicos que se realizan en los alrededores de la ciudad de Guayaquil. El presente trabajo de la macrofauna malacológica bentónica intermareal del Estero Salado y río Guayas que rodea la ciudad de Guayaquil, es dar a conocer las principales características taxonómicas de cada una de las especies encontradas, su abundancia relativa y la distribución areal, desde el puente de la ciudadela Miraflores, hasta las esclusas (Unión del estero Cobina y el Río Guayas) y en la orilla oeste del río Guayas, desde el sur de la ciudad hasta la zona intermareal del cerro Santa Ana.

Se espera que con esta contribución, se ayude en parte a conocer mejor la malacofauna existente alrededor de Guayaquil, la que de ninguna manera incluye todas las especies existentes, porque faltan algunos sitios de ser estudiarlos, incluyendo la fauna bentónica submareal o infralitoral. Este trabajo que es una orientación y un incentivo para que se desarrollen futuras investigaciones sobre los moluscos existentes alrededor de la ciudad de Guayaquil.

ANTECEDENTES

La fauna bentónica del Estero Salado en el Golfo de Guayaquil interior, ha sido estudiada desde el Canal del Morro hasta el puente Portete, que constituye el limite sur de la ciudad, por ser el área de mayor importancia económica al estar mas relacionado con el dragado del Estero para el transporte de buques que ingresan al Puerto nuevo de Guayaquil o porque a sus alrededores se localizan las granjas camaroneras que tienen sus tomas de agua a lo largo de todo el Estero Salado en el Golfo de Guayaquil interno, motivos que han sido suficientes para realizar estudios de impacto ambiental.

Uno de los primeros trabajos de la fauna bentónica del Golfo de Guayaquil, es reportado por Cruz, et. al., 1980 que publica la "Lista de la fauna Sublitoral Bentónica del Estero Salado Inferior" obtenida del análisis de 21 muestras de sedimento desde el canal del Morro hasta la isla de la Seca, en la que reporta los moluscos, crustáceos, poliquetos y foraminiferos del estero Salado.

Posteriormente Cruz, M 1983 reporta 75 especies de moluscos para el Golfo de Guayaquil, exterior, producto de un crucero internacional "Eastward", donde se obtuvieron 29 muestras de sedimento en la Plataforma Continental. En el mismo año Gualancañay, E. y M. Cruz., 1983 dan a conocer un nuevo trabajo sobre la "Relación ecológica de *Crassinella varians* (Bivalvo) y *Cibicides bertheloti f. Boueana* (foraminifero) en el Golfo de Guayaquil" donde reportan una relación inversa sobre la abundancia entre estas dos especies.

Mas tarde, Cruz, Manuel 1986 reporta en un trabajo sobre "Contribución al conocimiento de los bivalvos vivos en los esteros del salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil interior" la distribución de cada una de las especies de moluscos en el estero salado y posteriormente en su trabajo Cruz, Manuel 1992 recopila los resultados de 6 cruceros realizados en el Estero Salado y lo publica con el nombre de "Estado actual del recurso malacológico (Bivalvos y Gasterópodos) de la zona infralitoral del Golfo de Guayaquil" en la que reporta 52 especies de moluscos vivientes. Este autor resume que en el estero salado superior existen 5 especies vivas: *Mytella strigata, Nassarius collarius, Nucula colombiana, Crassostrea columbiensis* y *Thais kiosquiformis,* de las cuales *M. strigata* es la más abundante.

No se ha encontrado información publicada sobre los moluscos que existen en los alrededores de la ciudad de Guayaquil, entre el puente Portete hasta la ciudadela Miraflores y el Río Guayas.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la sección norte del Estero Salado del Golfo de Guayaquil interior, que esta rodeando en parte la ciudad de Guayaquil y comprende de norte a sur: Puente de Miraflores, Ciudadela de la Universidad de Guayaquil, los puentes 5 de Junio, de la calle 17, Portete y de la Perimetral, Estero del Muerto, Las Esclusas y la zona de cuarentena. En el Río Guayas se estudiaron dos sitios: El del cerro Las Peñas y la estación del cuerpo de Bomberos (Calle Gómez Rendon aproximadamente), (Fig. 1).

El Estero salado tiene un ecosistema estuarino, el mayor aporte de agua marina ingresa por el Canal del Morro durante los flujos de marea y el mayor aporte de agua dulce lo recibe del Río Guayas a través del Canal de Cascajal (norte de la Isla Puna). En la parte superior del Estero salado, o sus orígenes, están rodeando la ciudad de Guayaquil y su mayor aporte de agua dulce lo recibe de las aguas de correntía producto de las lluvias en la época lluviosa y en la época seca el agua dulce proviene de la ciudad de Guayaquil.

Durante el mes de Septiembre del 2003 la temperatura del agua entre el puente de Urdesa y el puente Portete varió entre los 25 a 27 grados centígrados y la salinidad entre los 11 y 16 partes por mil., el oxigeno superficial tiene un promedio de 5.5 mg/litro y su pH es 7.5

Estos análisis indican que las aguas pertenecen a un ecosistema estuarino que se mantiene en época seca, con una buena concentración de oxigeno en la superficie y un pH normal. Estos parámetros son los que están influenciando a las especies de moluscos intermareales y que se pueden considerarse como el ambiente que tienen las especies que se reportan en este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La información presentada en este trabajo es el resultado de muchas observaciones personales y los reportes bimensuales y las colecciones que realizan los alumnos de la materia de Malacología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil.

En cada uno de los 11 sitios intermareales estudiados se recolectaron manualmente los moluscos vivos existentes en marea baja en un área aproximada de 20 a 30 metros. En el sitio de estudio se contaron los organismos (no se los recolectaban todos) en una superficie de un metro cuadrado, por lo que su abundancia relativa es aproximada.

Por su metodología de muestreo: manual y de observaciones sobre su abundancia relativa, se ha considerado solo dar a conocer las características taxonómicas de las especies encontradas, su abundancia relativa y la distribución areal, para dejar un marco referencial que servirá para futuras investigaciones sobre los moluscos existentes en los ecosistemas intermareales que rodean la ciudad de Guayaquil.

RESULTADOS.

La malacofauna bentónica intermareal estuvo representada por 11 especies de los cuales 7 familias son de la clase Bivalvia y 4 familias de la clase Gasterópoda (Tabla 1).

La clase Bivalvia estuvo representada por: OSTREIDAE (*Crassostrea columbiensis*), MYTILIDAE (*Mytella strigata*), DREISSENIDAE (*Mytilopsis trawtuineana*), VENERIDAE (*Protothaca asperrima*), TELLINIDAE (*Macoma silique y Tellina sp.*) y CORBICULIDAE (*Polymesoda sp.*), mientras que los Gasterópodos son: NERITIDAE (*Theodoxus luteofasciatus*), POTAMIDIDAE (*Cerithidea mazatlanica*), LITTORINIDAE (*Littorina varia*) y MELAMPIDAE (*Tralia panamensis*).

Las especies más abundantes son: *Crassostrea columbiensis, Mytilopsis trawtuineana* y *Cerithidea mazatlanica* (Fig. 2)

El área donde se encuentra la mayor biodiversidad es en los alrededores del puente Portete y la menor biodiversidad fue observada en el río Guayas donde predomina *Theodoxus luteofasciatus* (Fig. 3).

CARACTERISTICAS TAXONOMICAS DE LAS ESPECIES:

FILUM MOLLUSCA
CLASE PELECYPODA o BIVALVIA:

Familia OSTREIDAE.
Crassostrea columbiensis Hanley, 1846.
LAMINA I, Fig. 1

Breve Descripción taxonómica. Valvas de forma irregular, variable, que puede cambiar de acuerdo al espacio disponible y velocidad de las corrientes. Umbo opistogiro, ligamento externo a hundido, edéntulas, monomiarios, interior porcelanado, margen interna lisa.

Se adhieren al sustrato por cementación con la valva izquierda, la valva derecha presenta escultura irregular con un débil periostraco,

OBSERVACIONES:
Denominada comúnmente ostión de mangle, son de ambiente estuarino y se encuentran adheridas sobre el mangle, piedras, en las bases de cemento de los puentes o los muelles etc

Esta especie era muy abundante en el Puente 5 de Junio y en todo el Estero Salado, hasta la ocurrencia del Evento El Niño 1982-83, que afectó a esta especie cuando la salinidad en la superficie del estero salado en algunas ocasiones llegaba a cero (agua dulce) por la cantidad de las precipitaciones, su abundancia disminuyó hasta 1990 aproximadamente en que se detectó una recuperación natural y parcial de este recurso que se ha mantenido hasta ahora como escasa o poco frecuente.

Actualmente se la observa desde el Puente 5 de Junio hasta los puentes de la Perimetral, pero menos abundante que antes.

Familia MYTILIDAE.
Mytella strigata (Hanley 1843)
LAMINA I, Fig. 2 a y 2 b

Breve Descripción taxonómica. Denominada comúnmente como "Mejillones". La especie tiene forma de pera o mytiliforme. Su umbo es prosogiro y terminal, ligamento externo opistodético a hundido. Charnela disodonta con dos dientes y pueden tener otro diminuto o atrofiado, son dimiarios heteromiarios, integropaleados, con el interior nacarado de color púrpura o lila. Se adhieren al sustrato con unos filamentos quitinosos denominados Biso, formando un grupo de individuos que pueden vivir tanto en la zona intermareal como en la submareal, pero a poca profundidad.

OBSERVACIONES:
Esta especie era muy abundante en los alrededores de los puentes 5 de Junio y Portete, pero su abundancia y distribución ha ido disminuyendo. Hasta hace unos 10 años era muy abundante en la zona de cuarentena o cuatro bocas del Estero Salado, pero estudios actuales demuestran una disminución de sus poblaciones submareales. Actualmente se la puede observar en los puentes de Portete y los de la Perimetral. Probablemente la contaminación generada por la ciudad, ha deteriorado los substratos donde se adhieren, lo que es un factor limitante para que las larvas se puedan adherir y colonizar sitios donde antes era muy común.

Familia DREISSENIDAE.
Mytilopsis trawtuineana (Tryon, 1866)
LAMINA I, Fig. 3a, 3b y 3c

Breve Descripción taxonómica. Comúnmente llamados falsos mejillones. Tienen forma mytiliforme, Umbo prosogiro, ligamento externo, dimiarios isomiarios, Se la diferencia del mejillón porque en el lado interno del umbo tiene un septo calcáreo y el interior es porcelanado con tendencia a que el color es blanquecino y no púrpura nacarado como el mejillón.

OBSERVACIONES:
M. trawtuineana es una especie bisifera que esta adaptada a vivir en aguas estuarinas y de muy baja salinidad.

De la bibliografía consultada, no hay reportes para el Estero Salado entre el puente Portete y la ciudadela Miraflores. Fácilmente pueden confundirse con los mejillones, por tener forma de pera, umbo prosogiro terminal y se adhiere con un biso de forma muy similar, ocupando el mismo hábitat de *M. strigata.* El

único reporte que existe es el de Olsson (1961) que menciona su existencia en los ríos del Ecuador (Keen, M. 1971).

Familia VENERIDAE.
Protothaca asperrima (Sowerby, 1835)
LAMINA II. Fig. 4 a y b

Breve Descripción taxonómica. Valvas de forma ovalada, medianas de tamaño, umbo prosogiro, ligamento externo opistodético, charnela con 3 dientes cardinales sin dientes laterales, dimiarios isomiarios, senopaleados, interior porcelanado. Exteriormente se la reconoce fácilmente por tener una escultura con 3 zonas diferentes: En la zona anterior predominan las estrías radiales, en la zona media son similares y en la posterior predominan las estrías concéntricas.

OBSERVACIONES:
Esta especie ha sido encontrada el ambientes de alta salinidad a lo largo de la costa ecuatoriana, pero sus reportes para el Estero Salado nos permite reconocer que es una especie eurihalina que tiene un amplio rango de distribución. En el Estero Salado se la ha reportado frecuentemente para el puente Portete en durante la bajamar.

Familia TELLINIDAE.
Macoma siliqua (C,D.Adams 1852).
LAMINA II. Fig. 5 a y 5 b.
Breve Descripción taxonómica. Valvas de forma ovalada, frágiles y planas con umbo bajo y prosogiro, charnela con dos dientes cardinales sin dientes laterales, ligamento externo opistodético alojado en una ninfa, dimiarios isomiarios, senopaleados, interior porcelanado, margen interna lisa. Es característica de la especie la posición del umbo en la parte posterior, la que es mas baja y angosta.

Tellina sp. LINNAEUS, 1728
LAMINA II. Fig. 6 a y 6 b

Breve Descripción taxonómica. Su característica principal esta en tener en la charnela dos dientes cardinales y un diente lateral anterior, su forma ovalada, dimiarios, isomiarios, senopaleados con el interior porcelanado.

Se diferencia de *M. Siliqua,* porque en su charnela tiene un diente lateral anterior y su forma es mas ovalada – alargada.

OBSERVACIONES:
Tellina sp, ha sido encontrada solo ejemplares juveniles de 2 y 3 milímetros de longitud, en el Estero Cobina, frente a la Playita, y cerca de las Esclusas, por lo que se consideran que son organismos que probablemente son arrastrados por las corrientes durante el flujo de marea y los adultos son raros que prefieren aguas mas limpias y de mayor salinidad. En cambio *Macoma siliqua* ha sido recolectado dos adultos con draga entre los 6 y 8 metros de profundidad en la zona de cuarentena del Estero Salado. Se considera que para *M. Siliqua* la zona de cuarentena puede ser su hábitat natural pero no es el óptimo porque sus poblaciones son escasas y reducidas.

Familia CORBICULIDAE.
Polymesoda inflata (Philippi, 1851)
Género Polymesoda sp.

Breve Descripción taxonómica. Valvas de forma ovalada, pequeñas de tamaño, umbo prosogiro, ligamento externo opistodético, charnela con 3 dientes cardinales y un lateral a cada lado, dimiarios isomiarios, integropaleados, interior porcelanado., margen ventral interna lisa. periostraco siempre presente.

OBSERVACIONES:
Esta especie esta adaptada a vivir en aguas de baja salinidad, el área donde se la ha observado con mas frecuencia es entre el puente Portete y la ciudadela Universitaria en marea baja donde hay un sedimento fino o lodo entre piedras de tamaño pequeño junto al gasterópodo *Cerithidea mazatlanica.*

CLASE GASTERÓPODA.

Familia NERITIDAE.
Theodoxus luteofasciatus Miller 1879
LAMINA III. Fig. 7 a y 7 b.

Breve Descripción taxonómica. Las valvas son de forma globosa, pequeñas de tamaño con opérculo calcáreo. Su abertura es

semicircular sin dientes en sus labios externo e interno. No hay canal sifonal desarrollado y su escultura es lisa. En el labio interno liso, predomina un color café dorado.

OBSERVACIONES:
Esta especie tiene una amplia distribución en la costa ecuatoriana, en los ecosistemas estuarinos, y en la orilla oeste del Río Guayas y el Estero Salado, ampliando su distribución.

En el área de estudio se ha observado esta especie desde la ciudadela universitaria hasta el puente Portete en marea baja donde hay lodo y piedras, generalmente asociado a *C. mazatlanica.*

Familia POTAMIDIDAE.
Cerithidea mazatlanica Carpenter 1857
LAMINA III. Fig. 8

Breve Descripción taxonómica. Valva de forma turriteliforme, de color café oscuro, de tamaño pequeño entre 2 a 3 cm de alto. En su escultura reticulada se forman pequeños nudos al cruzarse las líneas espirales y las axiales. En cada vuelta o espira generalmente hay una estría gruesa que sobresale denominada "varice". En su abertura semi rectangular la base es un poco recta donde se aprecia un vestigio del desarrollo del canal sifonal inhalante, No hay dientes ni pliegues en sus labios externo e interno.

OBSERVACIONES:
Esta especie es una de las mas abundantes en toda la costa ecuatoriana en los ecosistemas estuarinos y esta asociada a los manglares en sedimentos lodosos de la zona intermareal. En el área de estudio tiene una amplia distribución, su mayor abundancia se la ha observada en el los alrededores del puente Portete.

Familia LITTORINIDAE.
Nodilittorina varia Sowerby (1832)
LAMINA III. Fig. 9

Breve Descripción taxonómica. Concha enrollada de forma turbiniforme a ovalada, de tamaño pequeño a mediano con escultura casi lisa que puede presentar nudosidades, nunca hay espinas. Abertura circular sin canal sifonal, opérculo quitinoso paucispiral.

OBSERVACIONES:
Esta especie prefiere habitar en la zona supralitoral (sobre el limite de la pleamar) en varios tipos de substratos, que pueden ser, muelles de concreto, de madera o sobre los arboles de mangle. En el área de estudio se la ha observado en los muelles de la Base Naval Sur, en el Estero del Muerto y en las estructuras que están formando las Esclusas.

Familia MELAMPIDAE.
Tralia panamensis (C.B. Adams 1852)
LAMINA III. Fig. 10

Breve Descripción taxonómica. Concha enrollada, de forma ovalada de color café oscuro, pequeñas de tamaño, entre 5 a 10 milímetros de alto. Su escultura es lisa. Abertura larga y estrecha con 3 pliegues en el labio interno. No tienen opérculo y son pulmonados, cuando se observa al organismo vivo, los ojos se localizan en la base de los tentáculos.

OBSERVACIONES:
Se la ha observado en marea baja con preferencia en los alrededores de la ciudadela de la Universidad de Guayaquil, en sedimento lodoso entre piedras pequeñas. Los ejemplares miden aproximadamente entre 3 a 4 milímetros de alto.

Keen, M (1971) menciona su distribución para Costa Rica y Panamá, y no pàra el Ecuador.

De la información consultada, Cruz, M. 1986 reporta esta especie recolectada manualmente en 1986 en los alrededores del puente de Alban Borja, Guayaquil, Ecuador.

DISCUSIÓN

La fauna bentónica de los moluscos que se reportan en este trabajo no constituyen todas las especies que existen en el área de estudio de este trabajo, porque faltan muchos sitios de hacer un muestreo y varios ecosistemas de estudiarse. Keen, M. 1971, Menciona haber tomado muestras de moluscos en el Estero del Muerto y el Rio Guayas, pero no en el Estero Salado rodeando Guayaquil y no reporta que especies hay por áreas.

Cruz, M. et.al 1986 Menciona que *M. strigata* es la especie más abundante y de amplia distribución en el estero salado, pero hasta el puente portete

Cruz, M (1992) que recopila los resultados de los moluscos encontrados en 6 cruceros realizados en el Golfo de Guayaquil, desde el puente Portete hasta el Canal del Morro, es el único trabajo que reporta 4 gasterópodos obtenidos en 1986 en el puente de Alban Borja, que son: *Ellobium stagnalis, Tralia panamensis Melampus sp.* y *Littorina varia.*

Cruz, M. 1998 en su trabajo sobre el meiobentos del Golfo de Guayaquil, muestrearon en 1996 y se recolectaron muestras bentónicas en el Rio Guayas, Canal Cascajal y en el Estero Salado hasta el Puente Portete, pero no en el estero Salado entre el Puente Portete y el puente Miraflores.

Igualmente Cruz, M. 2002 en un segundo trabajo sobre el Meibentos del Golfo de Guayaquil, también reporta el meiobentos del Estero Salado, pero no el área del estero Salado entre los puentes Portete y Miraflores.

El área del Puente Portete constituye el lugar donde se ha observado la mayor abundancia y diversidad de especies probablemente porque es una sitio medio o central en los flujos y reflujos de las mareas. Durante el flujo recibe agua marina limpia ricas en oxígeno, que todavía no se ha mezclado mucho con los desechos y aportes antropogénicos de la ciudad y en el reflujo recibe un mayor aporte de materia orgánica, proveniente de la ciudad, que para ciertos organismos constituyen parte de sus alimentos, haciendo un sitio apropiado para el desarrollo y establecimiento de las especies.

CONCLUSIONES

La malacofauna bentónica de los esteros que rodean la ciudad de Guayaquil y el Río Guayas, durante el 2003 estuvo representada por once especies que pertenecen: 7 a Pelecypodos o Bivalvos y 4 de Gasterópodos.

El lugar donde se ha observado la mayor abundancia y diversidad de especies es el Puente Portete y la menor diversidad en la zona intermareal de la orilla oeste del Río Guayas.

Crassostrea columbiensis y *Mytilopsis trawtuineana* son las mas abundantes del área estudiada.

La mayor diversidad de moluscos se observó en el Puente Portete.

Se confirma la presencia del gasterópodo pulmonado *Tralia panamensis* en el estero salado, alrededor de la ciudad de Guayaquil.

Se amplía la distribución anterior de *Theodoxus luteofasciatus* (Lam. III, Figs 7, 7b) y de *Mytilopsis Trawtuineana.*

AGRADECIMIENTOS.

Al Sr. CPNV Byron SANMIGUEL Marin Director del Instituto Oceanográfico de la Armada, por el apoyo brindado a la realización de este trabajo.

A los alumnos de Malacología de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, que con sus reportes científicos de la materia de Malacología, contribuyeron en gran parte a la información que contiene este paper.

Al Dr. Francisco Villamar, con quien recorrimos y analizamos la zona intermareal del río Guayas y contribuyó a la recolección de algunos gasterópodos.

A los compañeros del Laboratorio de Ecosistemas Marinos del INOCAR por las sus sugerencias brindadas al manuscrito de esta contribución.

BIBLIOGRAFIA

Cruz, Manuel; M. de González, E. Gualancañay y F. Villamar. 1980. *Lista de la fauna sub litoral bentónica del estero salado inferior, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Vol. 1 (1), pp. 82 – 96*

Cruz, Manuel. 1983. *Bivalvos del Golfo de*

Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2, No. 2, pp. 735 - 819

Cruz, Manuel. 1986. *Contribución al conocimiento de los bivalvos vivos en los esteros de el salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil interior. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 3, No. 1, pp. 133 – 148*

Cruz, Manuel. 1992. *Estado actual del recurso malacológico (Bivalvos y Gasterópodos) de la zona infralitoral del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 7, No. 1*

Cruz, M. 1998. *Estudio del Meiobentos en el Golfo de Guayaquil, (Rio Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), Ecuador, en Agosto de 1996. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 9, No. 1, pp. 177-185*

Cruz, Manuel. 2002. *Meiobentos del Golfo de Guayaquil, Ecuador (Rio Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado); obtenida en la segunda campaña (Convenio: VUB-INOCAR) en Abril de 1997. Acta Oceanografica del Pacifico. Vol. 11, No. 1*

Gualancañay, E. Y M. Cruz. 1983. *Relación ecológica de Crassinella varians (Bivalvo) y Cibicides bertheloti f. Boueana (foraminifero) en el Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2, No. 1, pp. 161 - 168*

Keen, Myra. 1971. *Sea Shells of Tropical West America, Marine Mollusks from Baja California to Peru. Second Edition. Stanford University Press. California. 1064 pp.*

Mair, James, Elba. Sánchez y Manuel Cruz (Editores)., 2002 *Manual de campo de los invertebrados bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona litoral ecuatoriana. Universidad de Guayaquil y Heriot- Watt University. Pp. 108*

Olsson, A., 1961. *Mollusks of the Tropical Eastern Pacific, particularly from the half of the Panamic Pacific Faunal Province Panama to Peru. Paleontological Research Institution Ithaca, N.Y., 573 pp.*

Malacofauna bentonica alrededor de la ciudad de Guayaquil

	Puente Urdesa	Univ. de Guil.	Pte. 5 de Junio	Pte. calle 17	Puente Portete	1er Pte. Perime	2do. Pte. Perime	Base Naval	ESCLU SAS	Area Cuarentena	Rio Guayas
Crassostrea columbiensis			F	A	A			A	A		
Mytilopsis trawtineana		MA		MA	A		A		MA		
Mytella strigata					MA	A	F				
Polymesoda inflata		A	A		P						
Protothaca asperrima					A		P			F	
Tellina sp. (juveniles)									P		
Macoma siliqua										P	
Theodoxus luteofasciatus		P	P		A						A
Cerithidea mazatlanica	A	A	MA	A	MA	F	F		P		
Tralia panamensis	P	P			P						
Littorina varia								P	P		

Tabla 1. Abundancia relativa de las especies de moluscos en los alrededores de la ciudad de Guayaquil (Estero Salado y Río Guayas) durante el año 2003.

Organismos	
Pobre	1 a 5
Frecuente	6 a 10
Abundante	11 a 25
Muy Abundante	+ 25

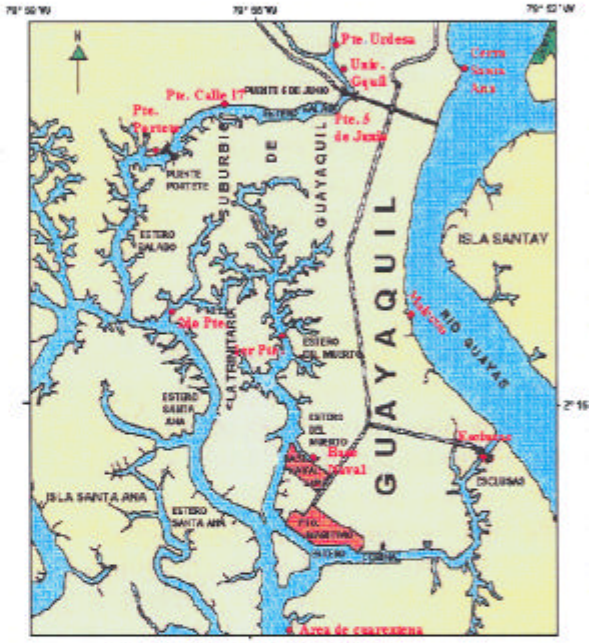


Fig. 1. Posición de las estaciones

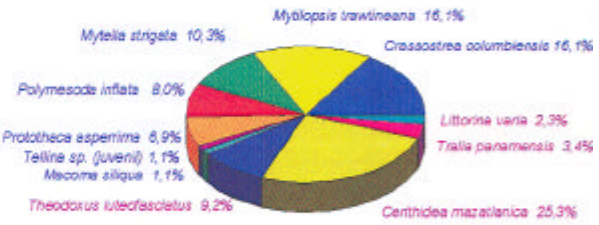


Fig. 2 Abundancia relativa de los moluscos existentes en la zona intermareal del Estero Salado y el Río Guayas, que rodean la ciudad de Guayaquil, en el 2003

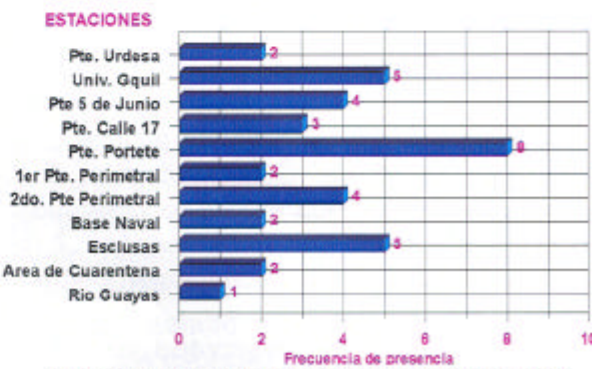


Fig. 3 En el puente Portete se observó la mayor frecuencia de presencia de moluscos durante el año 2003

Fig. 1 Lado interno de una valva derecha

Fig. 2 a. Lado externo (superior) y lado interno (inferior).

Fig. 2 b. Lado interno mostrando los dientes de la charnela y el umbo terminal

Fig. 3 a. Lado externo con escultura concéntrica fina

Fig. 3 b. Lado interno mostrando su interior porcelanado y el septo calcáreo interno.

Fig. 3 c. Detalles del septo interno

Fig. 4 a. Lado externo mostrando su escultura cancelada

Fig. 4 b. Lado dorsal, mostrando la lúnula de color café y el ligamento opistodético

Fig. 5 a. Lado externo con escultura concéntrica fina.

Fig. 5 b. Lado interno con el seno paleal.

Fig. 5 c. Lado externo, Se aprecia su escultura concéntrica fina

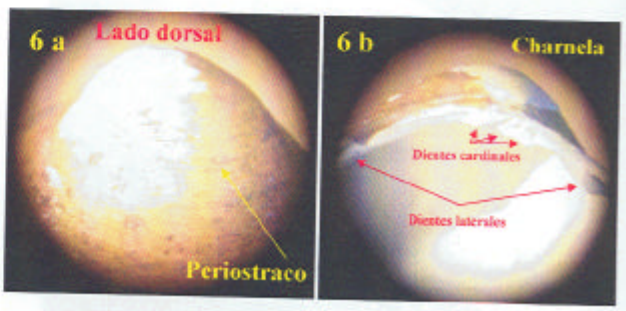


Fig. 6a y 6b. Lado dorsal mostrando el periostraco y lado ventral muestra los dientes de la charnela

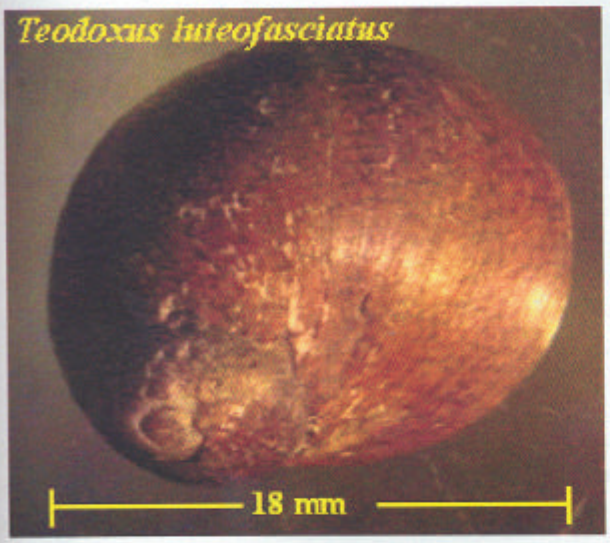


Fig. 7 Lado externo con escultura casi lisa

Fig. 7a. Se aprecia el opérculo quitinoso y el labio interno liso de color café

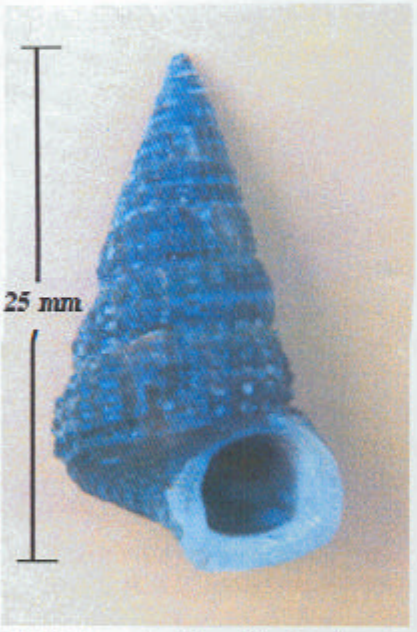


Fig. 8. Se observa la abertura Subrectangular y lisa

Fig. 9. Abertura circular, sin canal sifonal y opérculo

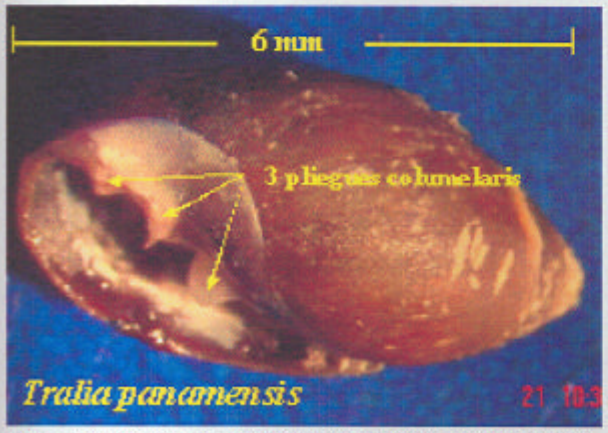


Fig. 10. Se observan los tres pliegues columelares, y la ausencia de opérculo en este gasterópodo pulmonado que se reporta por primera vez para el Ecuador.

DETERMINACION DE LA TOXICIDAD EN DISPERSANTES DE PETRÓLEO MEDIANTE BIOENSAYOS PARA CALCULAR EL CL_{50}

Por:
Francisco Villamar (1)
Maria Elena Tapia (1)

ABSTRACT

We have gotten concentrations between 1.36 and 52.88 ppm, these values represent the rank of the Median Lethal Concentration (50%) of mortality and we considerate as the maxim and minimun values of the oil dispersants for the specie Tetraselmis sp. of phytoplankton, microorganism that correspond the first link of chain trofic marine and stuarine.

It was determinated the exponential tendence and the less and hight critics values of the concentrations CL_{50}, for make up the toxicid scale: 1 to 10 ppm toxic moderate; 11 to 30 ppm toxic media and 31 to 60 toxic low.

Since 1990, the Institute Oceonographic of the Ecuadorian Navy has been realized 60 toxic bioassays of the oil dispersants with the finallity to determinate the CL_{50}, and give us to controlate the toxic grade of the differents kinds detergents sustances that are available in the oil spill in the differents areas such as sea, stuary and rivers.

RESUMEN

Se han determinado concentraciones entre 1.36 y 52.88 ppm, rangos que representan la Concentración Letal Media del 50% de mortalidad considerados como valores máximos y mínimos de los dispersantes de petróleo analizados, para los organismos del fitoplancton marino Tetraselmis sp., microorganismos que corresponden al primer eslabón de la cadena trófica marina-estuarina.

Asimismo, se determinó la tendencia exponencial y valores críticos de menor a mayor concentración de los valores del CL_{50}, para confeccionar la escala de toxicidad: de 1 a 10 ppm moderada toxicidad, de 11 a 30 ppm mediana toxicidad y de 31 a 60 de baja toxicidad.

Desde el año 1990 hasta el 2003, en el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador se han realizado 60 bioensayos de toxicidad de dispersantes de petróleo con el objetivo de determinar la CL_{50} y de esta forma controlar el grado de toxicidad de las sustancias detergentes que son utilizadas en los derrames de petróleo ocurridos en el mar, estuarios y ríos.

INTRODUCCIÓN

La primera Reunión Intergubernamental del Plan de Acción para la protección del medio marino costero del Pacífico en julio de 1983 aprobó, entre otros, el programa de caracterización y vigilancia de la contaminación marina en áreas ecológicamente sensibles que incluyó un componente de evaluación de los efectos de la contaminación sobre los organismos marinos y sus poblaciones. Por lo tanto evaluar los efectos potenciales de los dispersantes de petróleo sobre el ambiente costero marino constituye una parte importante del proceso de desarrollo y control regulativo de estas sustancias químicas. Este proceso es necesario para estar seguros de que los dispersantes que se utilizan normalmente disminuyan el riesgo toxicológico para el ambiente marino. Mediante este control se asegura la protección ambiental del ecosistema marino estuarino de manera que en el futuro se pueda seguir utilizando dispersantes de petróleo en forma controlada.

Los dispersantes químicos facilitan la

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Casilla 5940, Guayaquil - Ecuador
Fax:(593-4) 248 5166. E-mail: fvillamar@inocar.mil.ec

dispersión del petróleo en forma natural, rompiendo la película de aceite más rápidamente; disminuyen la tensión superficial entre el petróleo y el agua, acelerando así la ruptura de la mancha de petróleo y el movimiento natural del agua terminará el proceso con el rompimiento del petróleo en pequeñas partículas que se mezclan con el agua por debajo de la superficie (Texas A&M University-Corpus Chisti.- 1999).

Conceptualmente los bioensayos se definen como una prueba en la cual un tejido viviente, organismo o grupo de organismos, son usados como reactivos para la determinación de la fuerza de alguna sustancia fisiológicamente activa (Bellan, 1981).

La relación entre la concentración de un contaminante y el porcentaje de respuesta de un grupo de organismos de igual especie al que se le ha suministrado o ha sido expuesto a él, se conoce como dosis - respuesta y corresponde a un modelo sigmoideo. Este tipo de experimentación se ha centrado en la estimación de la Concentración Letal Media (CL_{50}), que significa el cincuenta por ciento de organismos muertos en un tiempo determinado.

ANTECEDENTES

En el Ecuador en esta última década ha sido necesario realizar bioensayos para determinar el grado de toxicidad de los diferentes dispersantes de petróleo mediante observaciones en vivo a través de la obtención de la Concentración Letal Media (CL_{50}), para evaluar la seguridad o nocividad de un producto químico en el ambiente y la aceptabilidad del riesgo que puede ser prospectiva o predictiva antes de su ingreso al medio marino o estuarino.

En primer lugar debemos mencionar que existen tres tipos de dispersantes disponibles en el mercado: los concentrados, los productos de base solventes y los de base – agua; siendo este último el que se utilizó durante el accidente del "Torrey Canyon" en Inglaterra y que ahora se encuentra en desuso debido a la baja eficiencia de dispersión con respecto a otros productos.

Existen agentes recolectores que actúan como una barrera química de contención, confinando al petróleo a un área pequeña, permitiendo así recolectarlo fácilmente por sistemas mecánicos de recuperación o materiales absorbentes. Este agente recolector está compuesto por un activo superficial (solvente), base de los hidrocarburos que controlan la fuerza de expansión. Entre ellos podemos citar al Corexit OC–5 utilizado muy frecuentemente para la protección de las playas, generalmente se aplica en la zona costera con el fin de evitar que el petróleo se adhiera a la arena, rocas u otros elementos, el mismo que es de baja toxicidad para los peces y otros organismos marinos. Otro agente es el Corexit 7664, que posee baja temperatura de ignición, de manera que tienen que tomarse precauciones para evitar la explosión del agente.

Los dispersantes solventes normalmente están hechos a base de hidrocarburos; son más eficientes que los de base – agua, para dispersar manchas delgadas de petróleo a bajas temperaturas. Se pueden aplicar a través de equipo manual, embarcaciones o aeronaves según la necesidad de protección. El Corexit 8667 depositado en el área en que puede dispersar este tipo de producto es limitada por su grado de toxicidad, por ejemplo en diques, muelles (en los puertos), playas arenosas y rocas, están absolutamente prohibidas. (Oil Spill Response and Safety, 1999).

Los dispersantes concentrados están hechos con una fórmula de auto-mezcla y es de alta concentración para cubrir la versatilidad en aplicación de cualquier derrame de petróleo en agua salada. Estos productos químicos son solubles en agua dulce y en solventes de hidrocarburos, pero no son completamente solubles en agua salada.

Recientemente han sido creados productos químicos dispersantes que son menos tóxicos, algunos de los cuales poseen un índice de letalidad en el intervalo de 1000 – 3000 ppm (partes por millón), obtenidos en bioensayos que determinan el CL_{50} en 48 horas de exposición para matar el 50% de los organismos sometidos a esta prueba. Con

este nivel de toxicidad, es difícil que aparezcan efectos adversos para la vida marina cuando el dispersante es rociado sobre el petróleo que ha sido derramado en agua de cierta profundidad y con movimientos de mareas. (Texas A&M University-Corpus Chisti.-1999.)

Los dispersantes aplicados en el accidente del "Torrey Canyon" fueron muy venenosos. El "BP 1002" fue el que más se usó, es un producto con el 12% de detergentes no iónico y 3% de estabilizadores en un solvente orgánico. La toxicidad del "BP 1002" para los organismos infralitorales (por debajo de las zonas de marea) es de 0.8 mg/l expresado como el CL_{50} en 24 horas. En cambio la toxicidad para organismos intermareales es de 5 – 100 mg/l. En la práctica toda la vida marina resultó exterminada de las playas donde se aplicó el BP 1002. Por esta razón ya no se utilizan en la actualidad este tipo de dispersantes en zonas cercanas a la costa. (Oil Spill Response and Safety, 1999).

De conformidad con la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental No. 2144 del Ministerio de Salud Pública del Ecuador (1989), se expide el reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental en lo relativo al recurso agua, razón por la cual se toma como referencia esta ley en donde se incluye valores de CL_{50} de algunas sustancias consideradas peligrosas para la fauna y flora marina estuarina. Así como también en los cuerpos de agua del continente.

Investigaciones en el Ecuador sobre bioensayos de toxicidad en dispersantes de petróleo son pocas, entre ellas Villamar (1990), determinó el grado de toxicidad del BP-1100 (CL_{50} = 4 y 5 ppm) con larvas de camarones (*Penaeus vannamei*), (Leong, J., 1983) utilizando el método estadístico de Bliss (Stora,1974); más tarde Villamar (1996) analizó el mismo producto (BP-1100) y determinó el CL_{50} =2.08 ppm, utilizando organismos del fitoplancton marino (*Tetraselmis sp.*), (Guillard, 1975).

Ultimamente, Villamar (2002) realizó bioensayos de toxicidad con los sedimentos extraídos de los diferentes canales del Estero Salado del Golfo de Guayaquil. En donde se efectuaron gráficos de distribución normal de los datos, homogeneidad de las varianzas, análisis de varianzas y pruebas de hipótesis, lo que permitió establecer nuevos rangos de toxicidad en el área de estudio. (PBS&J.-1999), (Stewart, 1975)

MATERIAL Y METODOS

Las sustancias analizadas fueron dispersantes de petróleo que se utilizan en el área marina, estuarinas o en ríos, proporcionados por diferentes proveedores desde los años 1990 hasta el 2003. Los bioensayos de toxicidad fueron de tipo estático para lo cual se utilizó un cultivo de microalga fitoplanctónica de la especie *Tetraselmis sp.* (Guillard, 1975)

Las técnicas aplicadas en los bioensayos son recomendadas por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA, 1991), la Comisión Permanente del Pacífico Sur (Alcázar, F., 1988), la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA, 1989) y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP, 1989).

El método estadístico aplicado a los resultados obtenidos con cada uno de los dispersantes de petróleo fue el de Bliss que se encuentra en Stora (1974), en el manual de FAO (1981), Bellan (1981) y Ramírez (1999). Todos los bioensayos se llevaron a cabo en el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador.

RESULTADOS

Se realizaron 60 bioensayos de toxicidad con dispersantes de petróleo (Tabla 1), para determinar la Concentración Letal media (CL_{50}), de esta forma se ha obtenido el grado de toxicidad de las sustancias detergentes utilizadas en los derrames de petróleo en el área marina, estuarios y ríos, desde el año 1990 hasta 2003.

Como resultado de toxicidad se obtuvieron concentraciones entre 1.36 y 52.88 partes por millón (ppm), valores que representan las

Concentraciones Letales Medias del 50% de mortalidad de los organismos utilizados (*Tetraselmis sp.*) (Fig. 2), de la misma manera se ha determinado la tendencia y valores críticos desde la menor a la mayor concentración de los valores del CL_{50}, para conseguir de esta forma una escala de toxicidad que va desde 1 a 10 ppm de moderada toxicidad, de 11 a 30 ppm de mediana toxicidad y de 31 a 60 de baja toxicidad. (Fig. 1)

La mayor parte de los dispersantes analizados se encuentran con dosis de toxicidad moderada (entre 1 y 10 ppm), le siguen los de toxicidad mediana (entre 11 y 30 ppm) y muy pocos con toxicidad baja (entre 31 y 60 ppm), lo que significa que existe la posibilidad de encontrar entre los proveedores de dispersantes un mayor incremento de sustancias tóxicas, aunque algunos de ellos son productos tipo ecológico orientados a la limpieza de derrames de petróleo con características biodegradables constituidos por solventes no tóxicos seguros para la vida humana y de los animales, otros son derivados de aceite de corteza de cítricos, surfactantes de aceites vegetales y jabones obtenidos de la planta de coco, así como alcoholes naturales procedentes de la caña de azúcar. (Fig. 3) aplicadas por los países que han tenido problemas con derrames de petróleo y sus derivados como el accidente del "Torrey Canyon" (1967) en Inglaterra, "Sea Star" (1972) en el Golfo de Oman, el "Metula" (1974) en Chile, el "Hawaiian" (1977) en el Pacífico, "Amoco Cadiz" (1978) en Francia, "Ixtoc I" (1979) en México, el "Jéssica" (2001) en las Isla Galápagos, Ecuador.

DISCUSIÓN

Durante los bioensayos de los diferentes dispersantes de petróleo, además de comprobar su baja toxicidad, se pudo determinar también que éstas presentan cierta resistencia a la biodegradación. De tal forma que pueden ser utilizados en el medio acuático teniendo en cuenta ciertas recomendaciones para disminuir el riesgo ecotoxicológico tomando en consideración la descripción de las sustancias derivadas de agentes tóxicos. (Texas A&M University-Corpus Chisti, 1999)

Algunas tendencias de toxicidad han sido observadas tanto para los dispersantes tradicionales como para los modernos, sin embargo está fuera de la intención de este trabajo realizar un análisis al respecto. No obstante se recomienda utilizar dispersantes de petróleo con CL_{50} no menor a una parte de millón (ppm) principalmente en áreas cercanas a las bocatomas de las piscinas para cultivo de camarones y peces, porque de acuerdo a Villamar (1996), determinó que estas sustancias químicas tienen efectos adversos a los organismos del primer eslabón de la cadena trófica (fitoplancton), efectos que pueden minimizarse mediante el uso adecuado del producto, utilizando concentraciones no mayores a las recomendadas o también en proporciones del dispersante por cada litro de agua de mar, para de esta manera proteger a los organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos (Villamar, 1990)

De las observaciones realizadas principalmente en la relación dosis respuesta de los dispersantes de petróleo en el ambiente marino, es frecuente la utilización de productos químicos tipo dispersantes, lo que nos indica que estas sustancias deben ser manipuladas por personal experto y con amplios conocimientos técnicos en el uso adecuado del dispersante y en el caso de no poseer el personal especializado, es recomendable el uso de productos adsorbentes naturales biodegradables. Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es la profundidad del lugar donde se va a utilizar el dispersante, así como la deriva y la disgregación por efecto de la hidrólisis que reduce las concentraciones iniciales del dispersante en el agua.

Los resultados obtenidos son preliminares, aplicable únicamente para los dispersantes analizados, es necesario continuar con las observaciones para comprobar si el grado de toxicidad aquí determinado es similar a los que se realizan en otros países. No obstante es necesario que se determine el grado de toxicidad de los dispersantes de petróleo que obviamente son considerados como sustancias contaminantes, aún cuando no existe una opinión concluyente sobre la

toxicidad del petróleo, de las mezclas de hidrocarburos y dispersantes, faltando hacer mayor investigación para establecer los daños a la ecología de los ecosistemas marinos, causados por los dispersantes tóxicos en el agua de mar y zonas costeras.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado que los dispersantes analizados se encuentran dentro de las concentraciones entre 1.36 y 52.88 partes por millón, posiblemente en dosis más altas.

Se concluye que la vida marina si resulta afectada principalmente en la zona costera intermareal aún en las más bajas concentraciones, pero en el mar abierto existen condiciones para que el derrame no cause daños significativos cuando se aplica el dispersante, aunque algunas etapas larvarias o huevos de peces y crustáceos son perjudicadas. Es importante establecer que solamente en aguas poco profundas los derrames de hidrocarburos pueden causar la mortalidad de peces adultos y otras formas de vida marina.

Si bien en la mayor parte de las investigaciones realizadas en los últimos años apuntan a determinar los efectos del petróleo sobre los organismos marinos (FAO,IAEA, 1989), también es necesario estudiar los efectos agudos ocasionados por los derrames de los derivados del petróleo principalmente en áreas sensibles o parques marinos (Texas A&M University-Corpus Chisti, 1999).

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Sr. Director del INOCAR CPNV Byron SanMiguel, al CPCB Jorge Cárdenas Amores Subdirector Científico, al Jefe del Departamento de Estudios Ambientales, al Biólogo Christian Naranjo por la traducción del resumen al inglés y al Químico Héctor Chaux por la lectura y sus acertadas observaciones al manuscrito de este artículo científico.

BIBLIOGRAFÍA

Alcázar, F., 1988. *Documento guía del Curso Regional CPPS/PNUMA/COI, sobre Bioensayos y pruebas de toxicidad en organismos marinos del Pacifico Sureste. Cartagena. Colombia:162 p.*

Bellan, G., 1981. *Manual of Methods in Acuatic Enviroment Research. Part 7. Selected Bioassay for the Mediterranean (Tests Used by FAO (GFCM)/UNEF.Joint Coordinated Proyect on Pollution in the Mediterranean. Fish. Tech. Pap. ,(208):31.*

EPA, 1991. *Evaluation of Dredged Material Proposed for Ocean Disposal (Testin Manual). Environmental Protection Agency. Departament of the Army. Washington, DC. EPA Contract No. 68-c8-0105: 1 - 53*

FAO, 1981. *Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático. Parte 4a. Bases para la elección de ensayos biológicos para evaluar la contaminación marina. FAO, Doc. Tec. PESCA. (164):34*

FAO, IAEA, 1989.- *Comparative toxicity test of water-accommodated fractions of oils and oil dispersants to marine organisms. Reference methods for marine pollution studies No. 45. United National Enviroment Programme: 21 p.*

FAO, UNEP, IAEA.- 1989.- *Estimation of acute lethal toxicity of pollutants to marine fish and invertebrates. Reference Methods for Marine Pollution Studies No. 43, United National Enviroment Programme: 27 p.*

Guillard, R.R.L. 1975.- *Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates, culture of marine invertebrate animals, plenum Pres New York.*

Leong, J., 1983. *bioassay system for studying diseases in juvenile Penaeid shimp. CRC Handbook of Mariculture. crustacean Acuaculture. Florida. 1:321-327.*

Moller, F. 1979.- *Manual of methods in aquatic enviroment research. Part 3. Statistical tests. FAO. Fish. Tech. Pap.,*

(182):131

Ministerio de Salud Pública. 1989.- *Ley de Prevención y control de la contaminación ambiental. Registro Oficial 204, Junio 5, No. 2144 : 7 – 23*

PBS&J.- 1999. *Estero Salado – Guayaquil Ship Channel Contaminant Assessment. Department of Fissheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Auburn, Alabama. Doc. No. 990921. PBS&J job No. 440029. Cámara Nacional de Acuacultura. Guayaquil, Ecuador:*

Pearson, E. y H. Hartley, 1958. *Biometrika tables for statisticians. 1.London, Cambridge University Press, 2nd. ed:240 p.*

Ramírez, A. 1999.- *Pruebas de Toxicidad. Ecología aplicada. Diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogotá Santa Fé de Bogotá. Editorial Alfonso Velasco Rojas. Capítulo 9: 239-258.*

Stewart, N., 1975. *Methods for Acute Toxicity Tests with fish, Macroinvertebrates, and Amphibians. National Water Quality NTS.PB: 242 - 105. Ecological Research. EPA 660/375 -009: 61*

Stora, G. 1974.- *Computation of Letal Concentrations. Marine Pollution Bulletin. 5 (5):69-71*

Texas A&M University-Corpus Chisti.- 1999.- *Oil Spill Response & Safety. National Spill Control School. College of Science and Technology. The Island University:1- 66*

Villamar, F. A. 1990. *Bioensayo para calcular el CL50 del dispersante de petróleo BP 1100 con larvas de camarón Penaeus vannamei. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador 6 (1): 73 – 78.*

Villamar, F. A. 1996. *Bioensayo de toxicidad (CL50) del dispersante de petróleo BP 1100 con fitoplancton marino (Tetraselmis sp.). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador 8 (1): 67 - 73.*

Villamar, F. A. 2002.- *Aplicación estadística en los bioensayos de toxicidad con sedimentos extraídos del Estero Salado, Canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador 11 (1): 35-45*

PRODUCTO	EMPRESA	FECHA	CL_{50} (ppm)
BP 1100	ROCHEM	Marzo/1990	2,08
BP 1100	ROCHEM	Marzo/1996	4.67
SEACARE ECOSPERSE	ROCHEM	Enero /1999	2,47
UNICLEAN OSD	UNISERVICE MARINE	Junio /1999	41,71
COREXIT 9500	FLUVIMAR	Junio /1999	9,86
PETROIL-REMOVER	PROQUIFAR	Junio /1999	10,36
BISOLVE	CIPROMASE	Junio /1999	9,39
ECODIS	UNISERVICIO MARINE	Julio /1999	46,98
OS-44	JMN SPECIALITIES, INC	Agosto /1999	52,88
ECO-CHEM	CHEMLOK DEL ECUADOR	Agosto /1999	23,43
DP-CHEMLOK	CHEMLOK DEL ECUADOR	Agosto /1999	9,29
HIDROX-OSP-D	QUIMICAMP	Septiembre/1999	6,12
SEACARE OSD	ROCHEM	Septiembre/1999	2,02
OIL SPILL REMOVER WSA	ROCHEM	Octubre/1999	1,36
DISPERSOIL	SPARTAN DEL ECUADOR	Enero /2000	2,41
DISPERSOIL	SPARTAN DEL ECUADOR	Febrero /2000	30
DISPERSIT SPC 1000	SPARTAN DEL ECUADOR	Junio /2000	36.14
DISPERSOIL	QUÍMICA PASILVA CIA. LTDA.	Julio /2000	3,1
QUIMICAMP	QUIMICAM DEL ECUADOR	Agosto /2000	30.39
DISPER-OIL	SHELL DEL ECUADOR	Octubre /2000	36.14
HVI 95	SHELL DEL ECUADOR	Octubre /2000	14,25
HVI 160 -B	SHELL DEL ECUADOR	Octubre /2000	3,89
HIDROX OSP.D	QUIMICAM DEL ECUADOR	Diciembre /2000	30,39
DISPER-OIL	ROALMAFE	Diciembre /2000	36,14
SEACARE O.S.D.	ROCHEM DEL ECUADOR S.A:	Febrero /2001	5,4
OIL SOIL REMOVER W.S.A.	ROCHEM DEL ECUADOR S.A:	Febrero /2001	2,27
SEACARE ECOSPERSE	ROCHEM DEL ECUADOR S:A:	Febrero /2001	3,9
BIOSOLVE	CIAPROMASE CIA - LTDA	Febrero /2001	23,4
DISPERSOIL	SPARTAN DEL ECUADOR	Febrero /2001	15,27
OIL SPILL REMOVER L.T.	ROCHEM DEL ECUADOR	Marzo /2001	3,42
G.Q.T.	GRUPO QUIMICO TORRES	Marzo /2001	15.12
DP – CHEM	CHEMLOK DEL ECUADOR	Marzo /2001	14,97
ECO – CHEM	CHEMLOK DEL ECUADOR	Marzo /2001	4,46
ECOLOGICAL PROTECT	QUIMISER	Abril /2001	5,15
DISPERSIT SPC 1000	POLYCHEM	Junio /2001	43,22
GPX – 3	SUF - COM. S.A.	Enero /2002	6,16
DISPERSOIL	SPARTAN DEL ECUADOR	Febrero /2002	4,31
EUROPETROLEUM	EUROXS S.A.	Febrero /2002	3,38
COREXIT 9500	GARNER	Marzo /2002	4,99
COREXIT 9527	GARNER	Marzo /2002	4,66
CRUCIAL O S - 44	GARNER	Marzo /2002	24,63
DISPERQUIM - OIL	ROTAGI SA.	Marzo /2002	2,78
OIL REMOVER LT	ROCHEM DEL ECUADOR	Enero/2003	11.88
TQ DISPER OIL	TESQUIMSA S.A.	Enero/2003	25.72
CR – PREMIUN	ESPOL	Febrero /2003	15.16
IECONTSA	PECS -CI	Febrero/2003	9.30
COREXIT 95-27	GARNER	Marzo/2003	6.40
PETRO CLEAN	GARNER	Marzo/2003	20.87
COREXIT 95-00	GARNER	Marzo/2003	4.33
MICRO-BRAZE	GARNER	Marzo/2003	4.95
OS-44	GARNER	Marzo/2003	27.27

TABLA 1.- Lista de los dispersantes de petróleo que se les ha determinado el grado de toxicidad, mediante el CL50 desde el año 1990 al 2003.

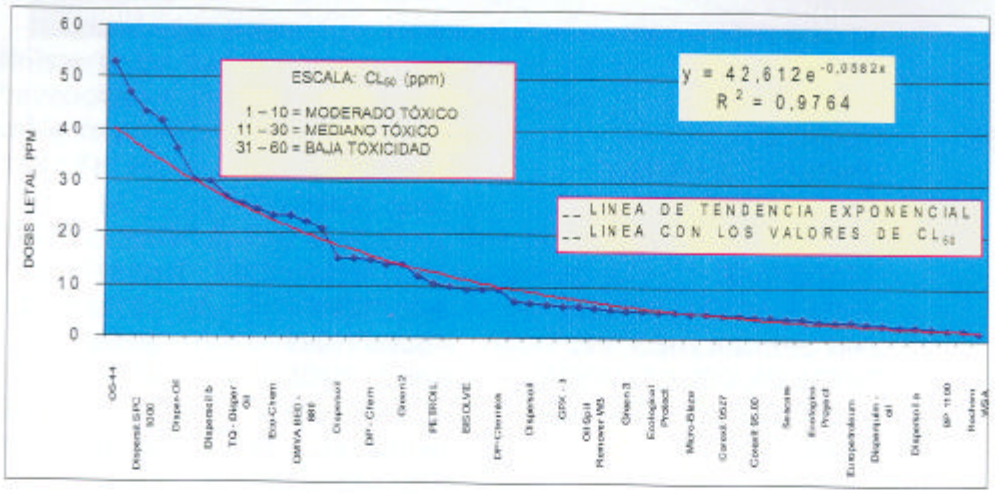


Fig. 1.- Obtención de la línea de tendencia y los valores de CL_{50} de los dispersantes de petróleo analizados en el INOCAR para determinar el grado de toxicidad. (Año 1990 - 2003)

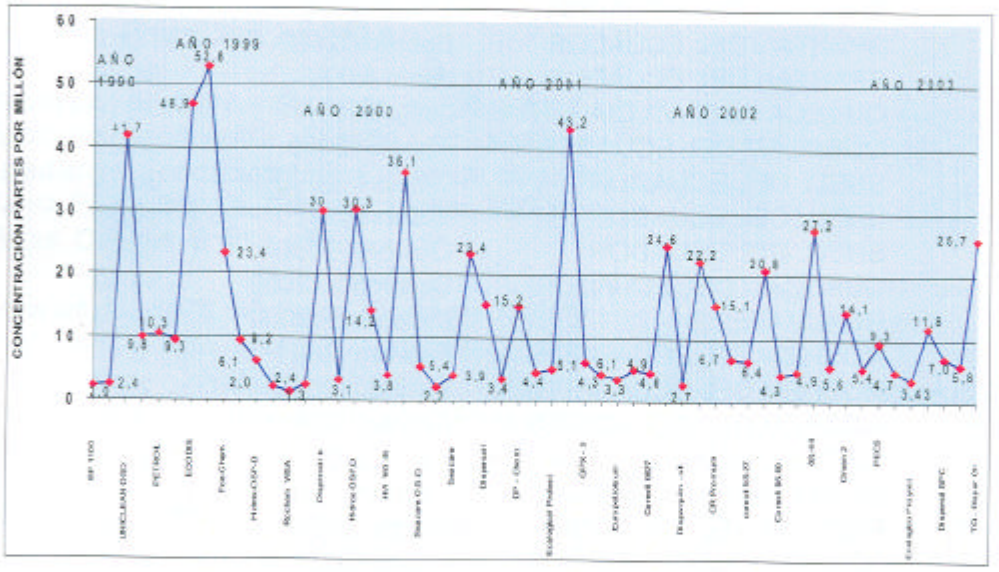


Fig. 2.- Determinación de la concentración letal media (CL_{50}) de los dispersantes de petróleo analizados por el INOCAR para determinar el grado de toxicidad, durante los años 1990 – 2003.

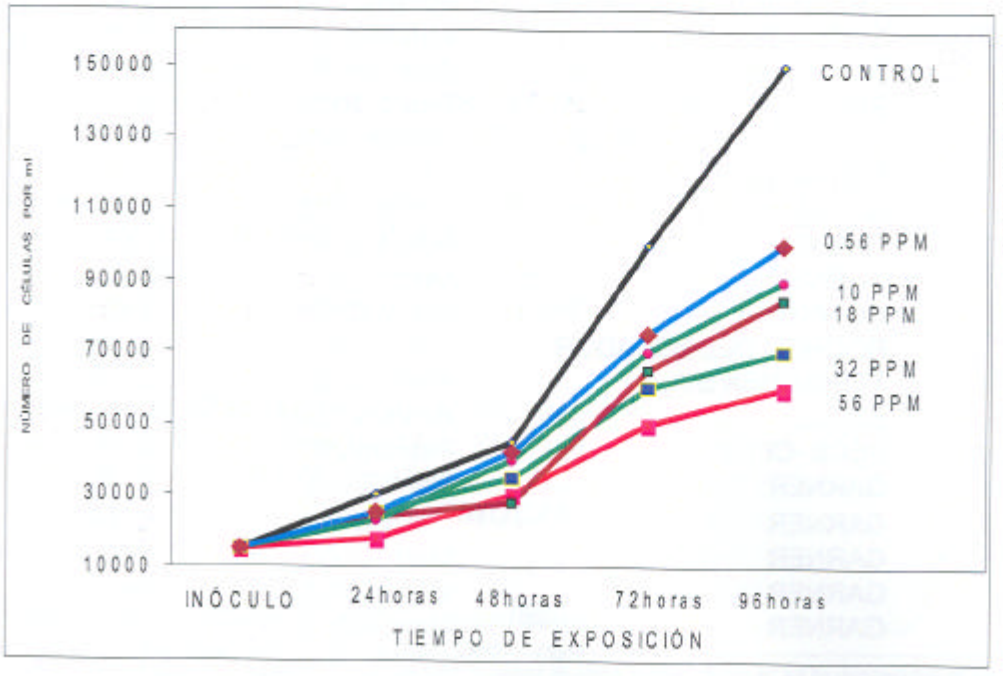


Fig. 3.- Cálculo de la supervivencia y mortalidad del fitoplancton (Tetraselmis sp.) con dispersante de petróleo biodegradable durante 96 horas de exposición, para determinar el CL_{50} en condiciones de laboratorio.

EVOLUCIÓN MORFOLÓGICA DE LA COSTA EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA: EVIDENCIAS DE PLATAFORMAS MARINAS Y SOCAVONES SUPERPUESTOS

Por:
E. Santana (1), J.F. Dumont (2), V. Armas (1),
L. Burbano (1), L. Gutiérrez (1) y F. Valdez (3)

ABSTRACT

The coastline of the Santa Elena Peninsula to the west Capaes is relatively stable, with only local retreat in the Bay of Santa Rosa, El Cautivo and Ballenita. The rocky coast of La Puntilla is very stable, due to the presence of a coastal platform at an elevation of 2,5m osl, formed during the previous interglacial stage 5a, or due to the duplication of the present platform for tectonic effect. The occurrence of large blocks in reverse position at the foot of a relatively low sea cliff seems to support the hypothesis of seismic chocks in the area. In La Libertad a sedimentary sequence dated 700-500 BP gives evidence of a high sea level due to climatic conditions, or a tectonic uplift. This study gives evidence that the apparent steady position of the coastline does not result from the weakness of coastal processes, but reflects the coincidence of inherited morphology from previous phenomenon or situation, where eustatism and tectonic can combine and balance.

RESUMEN

La costa de la Península de Santa Elena al oeste de Capaes presenta una relativa estabilidad, con solo puntos locales de retraso importantes en la bahía de Santa Rosa, El Cautivo y Ballenita. La costa rocosa de la Puntilla es particularmente estable, debido a la presencia de una plataforma costera a una elevación de 2,5m snm, herencia de un estadio eustático anterior (5a) o de la duplicación de la plataforma actual por efecto tectónico. La presencia de bloques en posición inversa en el pie de un acantilado relativamente bajo parece apoyar la hipótesis de choques sísmicos en la zona. En La Libertad una secuencia sedimentaria fechada de 700-500 BP prueba un nivel más alto del mar por razones climáticas o debido a un levantamiento tectónico. Este estudio proporciona algunos datos para explicar que una aparente estabilidad de la línea de costa no resulta de la debilidad de los fenómenos costeros, sino más bien de la coincidencia de morfologías originadas por fenómenos o situaciones antiguas, donde el eustatismo y la tectónica pueden combinarse y compensarse.

INTRODUCCIÓN

La combinación de técnicas como Topografía, GPS y Geo-referenciación de documentos multi-temporales permite cuantificar variaciones a corto plazo de la línea de costa. En asociación con el análisis detallado de los procesos de erosión y sedimentación que actúan en la costa, se puede obtener una visión integrada de los Procesos costeros.

Por la variedad de las morfologías y los fenómenos internos (tectónicos) y externos (climáticos, El Niño en particular) observados, la costa del Ecuador se presenta muy favorable para este tipo de estudio. Clásicamente a lo largo de la costa Ecuatoriana se encuentran zonas rocosas más altas en los sectores de Cabos y Puntas (Santa Elena, Manta, Galeras), las cuales subrayan estructuras geológicas mayores tipo horst (Dumont et al., 2003).

Sin embargo la influencia de los procesos heredados y de los fenómenos activos sobre las morfologías costeras actuales es poco conocida. Estudios anteriores permitieron plantear y probar métodos de estudio para aquellos elementos que todavía faltan conocer y así poder interpretar correctamente las morfologías costeras observadas en el Ecuador (Dumont et al., 2001; Santana et al., 2001a; Santana et al., 2001b; Santana et al., 2002; Dumont et al., 2003; Pedoja, 2003;

1 Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. P.O.Box 5940, Guayaquil,Ecuador, geologia@inocar.mil.ec
2 Instituto de Investigación para el Desarrrollo, Rd. UMR Geosciences Azur, Villefranche sur Mer, France
3 Instituto de Investigación para el Desarrrollo, IRD, UR-092, P.O. Box: 17-12-857, Quito, Ecuador

Santana and Dumont, 2003; Santana et al., 2003). Dentro de los aspectos de mayor importancia que se quiere explicar, se encuentra la identificación e interpretación de las plataformas rocosas costeras y de los socavones de pie de acantilado asociados.

En esta publicación se presentarán los elementos de morfología costera observados en la costa norte de la Península de Santa Elena (Fig. 1). A largo plazo esta es una costa con alta variabilidad, pues estaba sumergida o compuesta por varias islas durante el Cuaternario reciente (Pedoja, 2003). Dos preguntas básicas han sido planteadas en la ejecución de este estudio, la primera responder si esta alta variabilidad a largo plazo esta reflejada en la costa actual?, y la segunda, si las morfologías costeras de plataformas litorales de abrasión son parte del proceso de la evolución costera?.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio incluye la costa de la Península de Santa Elena, al oeste de Capaes (Costa Norte) y Punta Carnero (Costa Sur) (Fig. 1). Sin embargo en el presente estudio se presentarán mas detalles sobre las observaciones costeras de la parte norte de la Península.

MÉTODO DE ESTUDIO

El método de estudio utilizado incluyó dos partes principales:

1) Estudio geomorfológico y sedimentológico de la costa: El trabajo de campo se realizó en mayo del 2003, e incluyó el levantamiento topográfico de la línea de costa con el GPS diferencial. Las actividades desarrolladas se centraron en caracterizar los tipos de costa, en particular los elementos de morfología costera, así como la observación de secciones estratigráficas. Las 3 dataciones de C14 en dos muestras de conchas y una muestra de carbón fueron realizadas por el laboratorio Beta Analytic en EEUU, una de estas muestras fue eliminada por tratarse de una concha probablemente removilizada. Los restos arqueológicos encontrados fueron utilizados para establecer la coherencia de las edades. Las mediciones topográficas de las secciones estratigráficas y terrazas marinas bajas, fueron determinadas con reglas y niveladas respecto al nivel promedio de pleamar. En muchos casos este nivel esta muy bien marcado por un socavón al pie del acantilado.

En la cuantificación de la variación de la línea de costa se debe considerar el hecho de que algunas partes importantes de esta, están ocupadas por instalaciones de protección, ya sean urbanísticas o industriales. Pues en muchas ocasiones no se observa una variación notable en estos sectores, lo cual no significa que la posición de la línea de costa es estable, sino que se necesitaría una relación precisa de las intervenciones sucesivas para tener una mejor idea de la variación potencial.

2) Un estudio multitemporal comparando la línea de costa a partir de fotos aéreas de 1973, 1981 y 1995 con la línea de costa actual. El estudio multitemporal incluyó dos etapas, primero el recorrido de la costa con GPS diferencial a lo largo de la línea de pleamar, para determinar la posición de la actual línea de costa, y segundo, un estudio cartográfico de las fotos aéreas, en el cual estas fueron georeferenciadas para ponerlas en su posición verdadera, mediante puntos de control tomados en el campo, se utilizaron las hojas topográficas CT-MV-A3, Salinas, CT-MV-C1 Santo Tomás, CT-MV-C2 Chanduy y CT-MV-A1 San Pablo, escala 1:50000, y se localizaron una serie de puntos de control que fueron identificables tanto en las fotografías como en las hojas topográficas, el número de puntos a emplear en la corrección depende del tamaño de la fotografía y de la complejidad topográfica del terreno que abarque, estos puntos deben ser distribuidos uniformemente sobre toda la fotografía; se determinaron las coordenadas UTM de cada punto en la fotografía y en la hoja topográfica y se elaboró un archivo con estas coordenadas, posteriormente se hizo un resampling, mediante ecuaciones de ajuste, que pueden ser de primer grado (tres puntos de control), segundo grado (seis puntos de control) y de tercer grado (diez puntos de control), estas funciones transforman las

coordenadas actuales de los puntos de control en coordenadas corregidas del mapa de referencia en una determinada proyección cartográfica. Posteriormente para obtener resultados que se ajusten al objetivo del trabajo, inicialmente se procedió a realizar algunos realces, como filtro paso alto, para mejorar la calidad visual de la fotografía con la finalidad de resaltar determinados rasgos físicos para la interpretación de la línea de costa. La interpretación se realiza básicamente empleando el método visual sobre la pantalla del computador (digitalización), aplicada para los casos de actualización de información, sobre la base de la interpretación visual. El producto obtenido en esta fase constituye una integración de información raster (fotografía realzada) con información vector.

MARCO GEOGRÁFICO

La Península de Santa Elena es la parte más occidental del Ecuador. La parte oeste de la Península tiene una orientación NW, con menos de 4 km de ancho y 10 km de longitud (Fig. 1), bordeada por costas sub-paralelas, casi lineal al sur, pero accidentada con Puntas y Bahías al norte. La topografía corresponde principalmente a una planicie por debajo de los 20 m, dominada por el Cerro "Base de Salinas" que culmina a una altura de 93 m en la extremidad occidental de la Península. La red de drenaje esta poco desarrollada.

La parte este de la Península es más ancha (Fig. 1), con una costa norte orientada al NE. El relieve forma una amplia planicie con alturas de 20-40 m, dominada por el Cerro "Alto de Santa Elena" y culminando a los 80 m. La red fluvial es más desarrollada, principalmente dirigida hacia al sur donde alimenta la represa Velasco Ibarra. En la costa norte se observa puntas rocosas aisladas, separadas por amplias áreas de playa donde desembocan pequeños ríos temporales y parcialmente represados en su boca como el Río Cautivo.

Las precipitaciones en la zona de estudio son bajas, con un promedio de menos de 150 mm durante los meses húmedos de Enero-Marzo, y casi nada el resto del año. Estas precipitaciones se amplían hasta 700 mm durante el fenómeno El Niño (Vera, 2000).

La dirección de la deriva litoral costa afuera de la Península de Santa Elena es variable (López, 2000), sin embargo el efecto a lo largo de la costa está mayormente dirigido hacia el este (Allauca and Lucero, 1992; Vera, 2000). A lo largo de la costa de La Libertad, la deriva litoral llega a una velocidad de 9-11 cm/s, con un máximo de 35 cm/s (Allauca and Lucero, 1992). La difracción de las olas generada por la parte elongada de la Península genera fuertes corrientes erosivas (Vera, 2000). En los meses de Octubre a Diciembre cuando la deriva litoral hacia el este y noreste es la mas importante, el transporte litoral de material arenoso mediano a grueso varía entre 95m^3/día y 430 m^3/día (promedio 240 m^3/s) en la costa norte de la Puntilla, pero es de un promedio de 30 m^3/dia en la zona de playa de Salinas a 5 km al este, con únicamente arena fina (Jácome and Llanos, 1992). Estos datos subrayan claramente la erosión activa en la parte extrema oeste de la Puntilla, y la sedimentación de solo 1/4 del material erosionado hacia el este en las áreas de playas, el resto está siendo probablemente depositado en la plataforma continental. Vera (2000) presentó el primer estudio de cuantificación de la variación de la línea de costa cerca de la ciudad de La Libertad, con observaciones de las destrucciones ocurridas durante el fenómeno El Niño de 1997-1998.

MARCO GEOLÓGICO

La Península de Santa Elena representa la parte occidental del Levantamiento (Horst) de Santa Elena (Benítez, 1995), ubicada entre la cuenca cenozoica de Progreso al norte y la cuenca actual del Golfo de Guayaquil al sur (Fig. 1). El basamento de la Península esta compuesto por basaltos oceánicos de la Formación Piñón y material volcánico sedimentario y cherts de la formación Cayo (Goossens and Rose, 1973; Goossens et al., 1977; Reynaud et al., 1999). La formación Cayo aflora principalmente en el sector de Salinas, en donde litologías variables y estructuras como fallas y pliegues definen morfologías costeras en Puntas y Playas de

Bolsillo. Desde Ballenita hacia el Este, el basamento esta cubierto por limos y conglomerados del Eoceno.

La Península de Santa Elena esta caracterizada por la presencia de terrazas marinas hasta una altura de 100 m (Fig.1). Desde el descubrimiento de estas terrazas (Bosworth, 1922; Brown, 1922) varias hipótesis fueron presentadas para interpretar sus formaciones, incluyendo variación eustática del nivel del mar (Bosworth, 1922; Brown, 1922; Olsson, 1939; Hoffstetter, 1948) y repetición tectónica de una terraza única (Marchant, 1961). Sin embargo los estudios de terrazas marinas a escala de la costa de América del Sur (DeVries, 1986; Machare and Ortlieb, 1994; Ortlieb et al., 1996), así como estudios detallados en Ecuador (Pedoja, 2003), permiten relacionar estas terrazas con estadios e inter-estadios interglaciares anteriores. La combinación de las variaciones eustáticas Cuaternarias con el levantamiento tectónico de una costa, resulta en una sucesión de terrazas marinas marcadas por los estadios altos de las oscilaciones del nivel marino (Ota, 1986; Pedoja, 2003). En la Península de Santa Elena, Pedoja (2003) identificó tres terrazas marinas clasificadas desde la más baja a la más alta como terrazas Muey (15-20 m), Santa Elena (35-48m) y El Alto (80-90 m). Una datación de la terraza inferior Muey permite atribuirla al estadio 5a o 5e, con tasas de levantamiento de 0,13 o 0,21 mm/año respectivamente. Según esta estimación, las terrazas más altas están relacionadas con los inter-estadios 7 y 9 u 11.

Dos direcciones estructurales NW-SE y E-W sobresalen en la Península de Santa Elena. La dirección E-W corresponde a las estructuras del basamento, anterior a la transgresión Eocénica. Esta dirección es visible a lo largo de la costa, al oeste de Punta Chipipe, y corresponde a la orientación del relieve entre el Cerro "Base de Salinas" y la Puntilla de Santa Elena. La dirección NW-SE corresponde a la orientación general de la Península y a las estructuras de la margen norte del Golfo de Guayaquil. Es una orientación estructural Cenozoica y probablemente neotectónica, observada en la orientación estructural de las terrazas marinas al norte de la ciudad de Santa Elena (Dumont et al., 1997).

RESULTADOS

1.- Tasa de cambios en la línea de costa

La figura 2 presenta las evidencias cartográficas del cambio de la línea de costa observadas entre 1973 y 2003. El sector de costa rocosa de la Puntilla no presenta variación (Fig. 2A y 3A). Los sectores con retraso costero son la bahía de Santa Rosa (Fig. 2B y 3B) y la costa entre Santa Elena y Ballenita (Fig. 2 y 3, B y C respectivamente). Cabe anotar que son áreas muy limitadas. El mayor retraso es de 39 m enfrente de El Cautivo. El retraso promedio es de 1m/año, con un máximo de 1,3m/año enfrente de El Cautivo. Entre Santa Elena al este y La Puntilla al oeste, la forma de la costa esta marcada por bahías asimétricas cóncavas hacia el oeste, donde se dispersan las olas. Esta morfología costera resulta de la oblicuidad entre las olas provenientes principalmente del noroeste y la costa (Vera, 2000). El cambio de la dirección de la costa al este de Santa Elena resulta en olas casi frontales a la costa, formando bahías simétricas (Fig.3D). La erosión costera aparece menos localizada, afectando largos sectores de costa como en El Cautivo y al este de Capaes, al límite de la zona de estudio. A nivel regional, la mejor sensibilidad a la erosión observada desde Salinas hacia al este, se explica por la menor resistencia del material del acantilado, formado por lutitas del Eoceno.

Los sectores de costa que no presentan cambios evidentes, corresponden a costas rocosas resistentes o a secciones de costa que se beneficiaron por construcciones de protección. La Puntilla (Fig. 2 y 3A) muestra el caso de una costa naturalmente resistente, principalmente por la naturaleza del material del acantilado. Así, la costa rocosa entre Punta Mandinga y la Puntilla (Fig. 1 y 2A) tiene la apariencia de una costa estable. Sin embargo, las observaciones de campo detalladas mas adelante, permiten matizar esta observación, diferenciando un sector con evidencias visibles de erosión, entre Punta

Viejita y Punta Mandinga, en comparación con el sector de la Puntilla misma, que no demuestra erosión visible a corto plazo. Las áreas pobladas de Salinas y de La Libertad corresponden a costas sensibles a la erosión, pero están protegidas por construcciones. Estudios anteriores (Santana, 1999 no publicado) evidenciaron destrucciones costeras ocurridas durante el Niño de 1997-1998, que fueron ocultadas por la construcción de un nuevo Malecón. No se observaron áreas de agradación sedimentaria costera, a pesar del transporte sedimentario litoral originado en la zona de la Puntilla y transportado hacia el este (Allauca and Lucero, 1992; Vera, 2000).

2.- Los sedimentos del Holoceno tardío en La Libertad

Entre La Libertad y el Cautivo (Fig. 1) las quebradas costeras están ocupadas y parcialmente tapadas por sedimentos marinos de tipo cordón litoral, ubicados a una altura de 2-3 m por encima del nivel actual de alta mar. El corte tipo que se llamará "Libertad" (Fig. 4) muestra una base de conchas gruesas de playa alta, con evolución hacia arriba a depósitos de tras-cordón y paleo-suelos. La sucesión demuestra una evolución regresiva. En el tope de los depósitos de *facies* de playa alta se ha encontrado fragmentos de carbón que dieron una edad C14 calibrado de 680-520 BP (Fig. 4, nivel 9), y de concha de 780-610BP (Fig. 4, nivel 11). La sucesión evidencia un nivel alto del mar y demuestra que la línea de costa se encontraba en una posición similar en esta época. Sin embargo, el carácter regresivo de la sucesión significa que la costa ha tenido una posición mas hacia el mar antes de ocupar su posición actual.

3.- Los beach rocks (Foto 1)

Los sectores de costa de playa arenosa están caracterizados por la presencia de *beach rocks* (Fig. 2).

El sector más importante y parcialmente erosionado se observa al noroeste de Capaes (Foto 1). La *facie* sedimentaria del *beach rock* como aparece en una zona erosionada enfrente de la FAE (Fuerza Aérea Ecuatoriana) es de tipo cordón litoral, muy similar a los depósitos actuales no cementados, y con alturas similares. No se conoce la edad de este *beach rock,* pero este tipo de cementación puede formarse en tiempo histórico. La presencia de este *beach rock* permite explicar la estabilidad de la posición de la línea de costa en estas zonas, a pesar de la baja morfología del litoral. La observación del *beach rock* significa que existe una erosión litoral, pero su efecto esta limitado mientras existe el *beach rock.* La presencia de *beach rock* apenas descubierto en bajamar es observado a lo largo de la costa sur de la Península, entre Punta Brava y Punta Carnero (Fig. 2).

4.- Los bloques costeros entre Salinas y La Puntilla

Entre Salinas y La Puntilla se observa la transición entre una costa de bahías arenosas asimétricas y una costa rocosa. Una atención especial ha sido dedicada a la parte intermedia de estos dos sectores, donde se observa una costa rocosa con evidencias de fenómenos erosivos, materializados con clastos y bloques grandes al pie del acantilado.

El sector de costa ubicada entre Punta Mandinga al este y Punta Viejita al oeste (Fig. 1) presenta un acantilado rocoso de 5-7 m casi vertical, frente a una plataforma de erosión muy irregular, marcada por rocas volcano-sedimentarias plegadas y falladas del basamento perteneciente a la Formación Cayo. Una capa sedimentaria de 1-3 m constituida por conglomerados en la base y conchas marinas, arena y conglomerados al tope, todo cementado con caliza, marca la mitad alta del acantilado. Esta capa sedimentaria pertenece a la plataforma marina del estadio interglaciar 5e, denominado terraza Muey (Pedoja, 2003). Estos dos tipos de rocas, volcano-sedimentario en la base del acantilado y sedimentario al tope, determinan una morfología costera diferenciada. Mientras la parte basal se meteoriza en clastos, la parte alta produce bloques en formas de tablas que permanecen al pie del acantilado. Mas de 70 bloques (Foto 2) representando superficies individuales de $1m^2$ hasta $35m^2$ fueron registrados a lo largo de un tramo de costa de 250 metros (Fig. 5),

con una superficie total de 688 m^2.

Las estructuras sedimentarias indican con bastante claridad la polaridad de los bloques encontrados al pie del acantilado, lo que permite observar una proporción importante de bloques grandes en posición inversa, hasta 35m^2, es decir mas de 40 toneladas (Fig. 6). Cuando son más pequeños (5-8m^2) estos bloques aparecen agrupados, sugiriendo la partición de un bloque más grande. La proporción alta de bloques en posición inversa es difícil de explicar. No se trata de un fenómeno aleatorio, como se puede pensar de la caída de bloques. Volcar un bloque grande supone un vacío importante, lo que se puede obtener con socavones y grutas al pie del acantilado. Grutas de erosión semejantes son observadas, pero siguen siempre las fracturas y fallas mayores de la roca, sin producir vacíos a lo largo del acantilado. La mayoría de los bloques presentan estados de erosión similares y relativamente poco desarrollados, con la excepción de una decena, unos pocos bloques pequeños y más erosionados por el mar están ubicados de 2 hasta 10 m hacia el mar.

En resumen, la disposición, el estado y la agrupación de los bloques sugiere una caída producida en poco tiempo, ya que se hicieron socavones importantes por debajo de la capa alta del acantilado, y que además un fenómeno catastrófico colaboró con esta caída. Se tratará más adelante de definir que tipo de fenómeno puede ser considerado. La ocurrencia de un nivel del mar mas alto que el actual, puede haber favorecido el fenómeno, lo que puede ocurrir durante las épocas El Niño (40-50 cm más), o puede haber ocurrido durante el Holoceno reciente.

5.- Los socavones superpuestos en la Puntilla

A lo largo de la costa norte de la Puntilla, las olas se rompen delante de una terraza litoral baja de hasta 40 m de anchura, ubicada 2,4 m por encima del nivel de alta mar media (Foto 3), cortada por el material muy resistente de la Puntilla (tipo Chert). Esta terraza no recibe la influencia directa de las olas, solo ligeramente salpicada cuando se trata de olas más fuertes. Su superficie tiene un pendiente de menos de 2° hacia el mar, a veces horizontal o con inclinación ligeramente hacia la costa. Un socavón bien marcado se observa entre esta plataforma y el acantilado, pero esta inactivo, incluido, aparentemente, en época de tempestad. Un acantilado o rocas aisladas marcan el borde de esta plataforma hacia el mar, pero el pie de acantilado esta mayormente por debajo del nivel de marea baja normal.

La plataforma esta interrumpida por cañones que se comunican hacia arriba con quebradas en la vertiente de la terraza marina Muey, 5 hasta 10 m arriba. Desde el oeste hacia el este estos cañones y espacios son más anchos, hasta delimitar elementos aislados de plataforma.

Las olas entran con fuerza y casi perpendicularmente dentro de estos cañones, formando en la extremidad alta un socavón, marcando el nivel promedio de alta mar (Foto 3). Se puede observar en varios casos que el fondo de los cañones corresponde a una nueva plataforma de erosión, y que los socavones actuales repiten con una diferencia de nivel de aproximadamente 2,4 m, el patrón geométrico de los socavones más altos de la terraza (Fig. 7). De manera evidente la terraza de abrasión alta que se llamará "Chocolate" (dado por el nombre del lugar "Chocolatera") corresponde a un nivel alto del mar, formado en condiciones idénticas al actual, pero con un nivel del mar más alto de 2,4m. No existen depósitos sedimentarios o conchas asociados a la terraza Chocolate que permitan fecharla. Plataformas similares fueron observadas en otros lugares de la Península de Santa Elena, cerca de La Libertad al este, y en Punta Carnero al sur. Sin embargo, la Puntilla es el único lugar donde los socavones superpuestos se observan con claridad, permitiendo descartar un origen actual por esta plataforma alta. También numerosos grupos de rocas sub-aflorantes pueden corresponder a partes de una plataforma similar y erosionada.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

1.- Variabilidad costera

En comparación con otras áreas como la Isla Santa Clara (Santana et al., 2001a) o la costa de Esmeraldas (Santana et al., 2001b) la variación de la costa en La Libertad es poco importante, y probablemente está limitada a los sectores de costa baja y arenosa o de material coluvial donde el transporte litoral longitudinal parece más importante o localizado.

Sin embargo, la línea de costa, en particular en las cercanías de La Libertad, está lejos de ser una línea de costa fija, pues las construcciones costeras de protección realizadas después de las destrucciones durante los fenómenos El Niño, llegaron a estabilizar la costa en su posición.

Además las condiciones morfológicas encontradas permiten explicar la limitación observada de la variabilidad costera. La herencia de plataformas costeras apenas por encima del nivel actual del mar, así como las evidencias de depósitos correspondiendo a niveles más altos del mar hace 780-520 años indican que la línea de costa esta actualmente recuperando las posiciones anteriores. Los siguientes estudios deberán analizar estas morfologías para entender más precisamente que historia y cuales eventos llegan a la situación actual.

2.- Terraza "Chocolate": movimiento cosísmico o herencia del estadio 5a ?

La presencia de la terraza Chocolate y el socavón asociado, muestran claramente el efecto de las herencias morfológicas en la tasa de erosión actual. En la costa norte de la Puntilla, la erosión costera actual no ha llegado todavía al acantilado de la época de la terraza Chocolate. Las cavernas y fracturas en esta terraza, con geiser saliendo por presión de las olas en mareas altas, indican que la erosión está activa, y la terraza en proceso de destrucción. No se conoce la edad de esta plataforma. El contexto sugiere tres hipótesis para su origen:

1- una correlación con un nivel eustático alto del Holoceno, por ejm. el máximo de la transgresión post-glaciar del Holoceno medio.

2- la terraza marca un levantamiento sismo-tectónico que duplica la plataforma de erosión actual (durante el Holoceno reciente).

3- se relaciona la terraza con un estadio interglaciar anterior, supuestamente el estadio 5a de 85 ka (Miles de años).

No existe actualmente un elemento determinante que apoya una hipótesis, por lo cual se considerará los elementos morfológicos para evaluar las diferentes hipótesis.

La hipótesis 1 implica la permanencia de un nivel alto del mar durante el Holoceno medio. Sin embargo existe duda para poder construir una terraza de más de 40 m en Cherts durante lo que es considerado como un corto pico del eustatismo alto (Pirazzoli, 1991). No se conocen terrazas marinas en relación con esta transgresión (Pedoja, 2003), sólo se indicaron posibles depósitos de tipo cordón litoral (Tihay and Usselmann, 1995).

La hipótesis 2 asimila la terraza Chocolate a la plataforma actual, levantada por el efecto de un movimiento tectónico brusco durante el Holoceno reciente.

La terraza Chocolate está mejor desarrollada que la plataforma actual (Foto 3), lo que sugiere una permanencia más larga. Tentativamente se puede correlacionar la secuencia Libertad con la época previa al levantamiento tectónico, el cual debería haber funcionado posteriormente a 700-500 BP. Contrario a esto se puede notar que los levantamientos tectónicos de más de 2 metros son raros, implicando generalmente saltos sucesivos que resultan en socavones múltiples (Ota, 1985). En favor de la interpretación de un evento sismo-tectónico, se encuentran los bloques observados al pie del acantilado en La Puntilla. Tal evento puede explicar la destrucción del acantilado por las sacudidas telúricas, facilitando la caída encima del borde del acantilado y la vuelta de los bloques grandes durante su caída. La ausencia de bloques encima del acantilado, y el agrupamiento de los bloques

al pie de este, sugiere que no ocurren tsunamis, u olas suficientemente grandes como para llevar un bloque por encima del acantilado.

La hipótesis 3 subraya la similitud entre las terrazas Muey, Chocolate y la plataforma activa actual. Estas sucesión es de inter-glaciares sugiere relacionar la terraza Chocolate con el interestadio glaciar 5a (85ka), pues es el mejor representado entre el estadio 5e (125ka) identificado por la terraza Muey y el presente, que es también una epoca interglaciar. El eustatismo de la época del interestadio 5a esta mal conocido, considerado por algunos autores entre el nivel actual del mar y -2m (Burbank and Anderson, 2001), pero con mejor desarrollo cerca de -4m (Hearty and Kindler, 1995). En este borde norte del Golfo de Guayaquil el levantamiento costero es del orden de 0,18mm/año o menos (Pedoja, 2003), dejando la posibilidad de correlacionar la terraza Chocolate con el estadio 5a, considerando un levantamiento del orden de 0,1-0,07 mm/año.

3.- La secuencia Libertad

La secuencia Libertad se depositó entre 780-520 BP (Antes del presente, *Before Present*) con un nivel del mar aproximadamente de 2,5 m por encima del nivel actual. Las interpretaciones de este depósito son varias, porque faltan más conocimientos sobre el eustatismo y los depósitos Holocenos a lo largo de las costas del Ecuador. Se puede descartar una relación con los niveles supuestamente altos del mar durante la transgresión del Holoceno medio, por la edad joven del depósito. Dos posibilidades existen:

1- Asimilar el depósito a un evento climático generando un período de alto nivel del mar, y

2- Considerar este depósito como marcador del nivel Holoceno antes de un levantamiento co-sísmico brusco.
En apoyo a la primera posibilidad, se observa que el nivel del mar puede subir hasta 40-50 cm en épocas de varios meses durante los fenómenos El Niño. En el caso de la secuencia Libertad, la elevación del nivel del mar sería encima de lo que se observa generalmente, y se trataría de una época climática particular, que se debería comprobar con otros datos. La segunda posibilidad relaciona esta secuencia con la terraza Chocolate, indicando una edad máxima de 600-500 BP por el levantamiento co-sísmico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio efectuado evidenció una costa relativamente estable, con algunos sectores limitados de retrasos costeros relativamente importantes (que puede sobrepasar 1m/año). Sin embargo son sectores de interés, por encontrarse poblados como Santa Rosa o con infraestructuras industriales como en El Cautivo, y sectores de playas donde la erosión costera marca la insuficiencia del aporte sedimentario, razón por la cual se recomienda evitar extraer arena o material de las playas en los sectores antes mencionados, así como en los lugares cercanos, para no provocar reajuste en las playas debido a la erosión costera.

Esta recomendación es válida también para los sectores de playas largas al NE de Capaes y entre Punta Carnero y Punta Brava. La aparición del *beach rock* significa una tendencia erosiva, la cual pone en riesgo en primer lugar el *beach rock*, ya que este constituye una protección importante, y la recolección de bloques de rocas que lo forman pone en riesgo su existencia y la estabilidad de la playa, mientras que el aporte sedimentario por parte del transporte litoral no compensa la erosión.

Los sectores de costa rocosa no evidenciaron una variabilidad notable. Sin embargo, algunos sectores aparecen vulnerables como en Punta Mandinga y Punta Viejita, pero en estos casos el retraso está mal cuantificado, probablemente es relativamente bajo (10 a 20mm/año o está relacionado a fenómenos episódicos (tempestades, choques sísmicos?) o a plazos relativamente largos (socavón del basamento de roca dura) .

Al nivel interpretativo regional la tasa baja de erosión costera se explica por la herencia de morfologías costeras antiguas altas, que actúan como protección en varios lugares. El origen de estas morfologías no está bien

definido, las hipótesis que se pueden sumar o combinar implican épocas cortas de nivel del mar más alto, levantamiento co-sismico brusco y/o coincidencia entre el nivel del mar con plataformas del interestadio anterior 5a.

Este estudio presenta que la estabilidad aparente de la línea de costa no resulta de la debilidad de los fenómenos costeros, sino más bien de la coincidencia de morfologías que resultan de fenómenos o situaciones antiguas, donde el eustatismo y la tectónica pueden combinar y compensarse.

AGRADECIMIENTO

Este estudio ha sido realizado gracias al soporte técnico y logístico del INOCAR y el IRD. Se quiere agradecer de manera especial al CPNV-EM Byron Sanmiguel Marín, director del INOCAR y CPFG-EM Jorge Cárdenas, jefe del Departamento de Ciencias del Mar, por el apoyo prestado para la realización de este trabajo, así como a la Base de Salinas por dar las facilidades logísticas para el ingreso a las áreas de estudio. Este trabajo es parte de las actividades del proyecto IGCP 495, Quaternary Land-Ocean Interaction: Driving Mechanisms and Coastal Responses.

BIBLIOGRAFÍA

Allauca, S. y Lucero, M., 1992. *Estudio de la circulación costera frente al Puerto de La Libertad (Ecuador) utilizando flotadores. Acta Oceanográfica del Pacífico, 7(1): 1-12.*

Benitez, S., 1995. *Evolution géodynamique de la province côtière sud équatorienne au Crétaca supérieur Tertiaire. Géologie Alpine, 71: 208p.*

Bosworth, T.O., 1922. *Geology of the Tertiary and Quaternary periods in the North-West part of Peru. MacMillan an Company, London.*
Brown, B., 1922. Report on the geology of the Ancon field, AEOL.

Burbank, W.D. and Anderson, R.S., 2001. *Tectonic geomorphology. Blackwell Science, Oxford, 274 pp.*

DeVries, T.J., 1986. *The Geology and Paleontology of Tablazos in Northwest Peru. Graduate Thesis, Ohio State University, 671 pp.*

Dumont, J.F., Lavenu, A., Ortlieb, L., Guillier, B., Alvarado, A., Benitez, S., Jouanic, C., Martinez, C., Labrousse, B. and Poli, J.T., 1997. *Extensional tectonics in the coastal block of Ecuador: preliminary results and implications., Workshop on Late Quaternary Coastal Tectonics, London.*

Dumont, J.F., Santana, E. and Pedoja, K., 2003. *Sea Cliff/Shore platform and estuaries: an overlook of the two main types of coastal morphology along the Ecuadorian active margin., IGCP 437: Coastal environmental change during sea level highstands: a global synthesis with implications for management of future coastal change, Otranto/Taranto-Puglia.*

Dumont, J.F., Santana, E. and Thouret, J.C., 2001. *Volcanic land aggradation versus wave differential erosion: coastal landforms in Galapagos, 5th International Congress on Geomorphology, Tokyo.*

Goossens, P., Rose, W. and Flores, D., 1977. *Geochemistry of tholeites of the Basic Igneous Complex of northwestern South America. Geol. Soc. Am. Bull., 88: 1711-1720.*

Goossens, P.J. and Rose, W., 1973. *Chemical composition and age determination of theolitic rocks in the Basic Igneous Complex-Ecuador. Geol. Soc. Am. Bull., 84: 1043-1720.*

Hearty, P.J. and Kindler, P., 1995. *Sea-Level Highstand Chronology from Stable Carbonate Platforms (Bermuda and the Bahamas). Journal of coastal research, 11(3): 675-689.*

Hoffstetter, R., 1948. *Notas sobre el cuaternario de la peninsula de Santa Elena (Ecuador). Boletin de Informaciones Cientificas Nacionales, II(11 et 12): 19-44.*

Jacome, M. and Llamos, L., 1992. *Influencia de los procesos costeros en las características sedimentológicas en el área de la Península de Santa Elena. Acta Oceanográfica del Pacífico, 7(1): 95-109.*

Lopez, F. (Editor), 2000. *Atlas meteorológico del Ecuador, mar ecuatoriano 2000. INOCAR, Guayaquil, 30 pp.*

Machare, J. and Ortlieb, L., 1994. *Morfoestratigrafía de los Tablazos del Noroeste peruano: neotectónica y fluctuaciones del nivel del mar. Resúmenes Extendidos del VIII Congreso Peruano de Geología: 238-241.*

Marchant, S., 1961. *A Photogeological Analysis of the Structure of the Western Guayas Province, Ecuador with discussion of the stratigraphy and Tablazo Formation derived from surface mapping. Quat. Geol. Soc. London, 114: 215-233.*

Olsson, A., 1939. *Introduction a la Geologie du NO du Perou et SO de l'Equateur.*

Ortlieb, L., Zazo, C., Goy, J.L., Hillaire Marcel, C., Ghaleb, B. and Cournoyer, L., 1996. *Coastal deformation and sea level changes in the Northern Chile subduction area (23°S) during the last 330 ky. Quaternary Science Reviews, 15: 819-831.*

Ota, Y., 1985. *Marine terraces and active faults in Japan with special reference to co-seismic events. In: Morisawa M. & Hack J.T. (Editor), TECTONIC GEOMORPHOLOGY. Allen & Unwin.*

Ota, Y., 1986. *Marine terraces as reference surfaces in late Quaternary tectonics studies:examples from the Pacific Rim. Royal Society of New Zealand, 24: 357-375.*

Pedoja, K., 2003. *Etude des terrasses marines du Nord Pérou et de l'Equateur. Thèse de Doctorat Thesis, Paris VI.*

Pirazzoli, P.A. (Editor), 1991. *World atlas of Holocene sea-level, 58. Elsevier Oceanography Series, 171 pp.*

Reynaud, C., Jaillard, E., Lapierre, H., Mamberti, M. and Mascle, G.H., 1999. *Oceanic plateau and island arcs of southwestern Ecuador: their place in the geodynamic evolution of northwestern South America. Tectonophysics, 307: 235-254.*

Santana, E., Armas, V., Barionuevo, C., Dumont, J.F., King, A. and Soledispa, B., 2002. *Formación de una plataforma marina: cuantificación y evaluación del proceso en relación con el fenómeno El Niño, Congreso Ecuatoriano de Geología, Guayaquil, pp. 46.*

Santana, E. and Dumont, J.F., 2003. *Coastal morphology of fast uplifting coast: Characteristica and implication (The Antarctic Peninsula, Greenwich Island, South hetland), 9th International Symposium on Antarctic Earth Sciences, Potsdam.*

Santana, E., Dumont, J.F., Cruz, M. and Ordoñez, M., 2001a. *Will Santa Clara Island disapear because of increasing ENSO effects. In: K.C.T. Chuo University, Japan (Editor), Fifth International Conference on Geomorphology. Transaction Japonese Morphological Union, Tokyo, pp. 207.*

Santana, E., Dumont, J.F. and King, A., 2001b. *Los efectos del fenómeno El Niño en la ocurrencia de una alta tasa de erosión costera en el sector de Punta Gorda, Esmeraldas. Acta Oceanográfica del Pacífico, 11(1): 1-5.*

Santana, E., Dumont, J.F., King, A. and Pedoja, K., 2003. *Quantification of sea cliff retreat along an uplifting margin: evidence of El Niño effects on rock shore formation (Punta Gorda, Northern Ecuador). IGCP 437: Coastal environmental change during sea level highstands: a global synthesis with implications for management of future coastal change, Otranto/Taranto-Puglia.*

Tihay, J.P. and Usselmann, P., 1995. *Medio ambiente y ocupación humana en el litoral Pacífico Colombo-ecuatoriano. In: J.F.B.y.J.M. M. Guinea (Editor), Cultura y Medio Ambiente en el Area Andina Septentrional. Abya-Yala, Quito, pp. 377-399.*

Vera, L., 2000. *Análisis de los procesos costeros en La Libertad. Tesis de Grado, ESPOL, Guayaquil, 143 pp.*

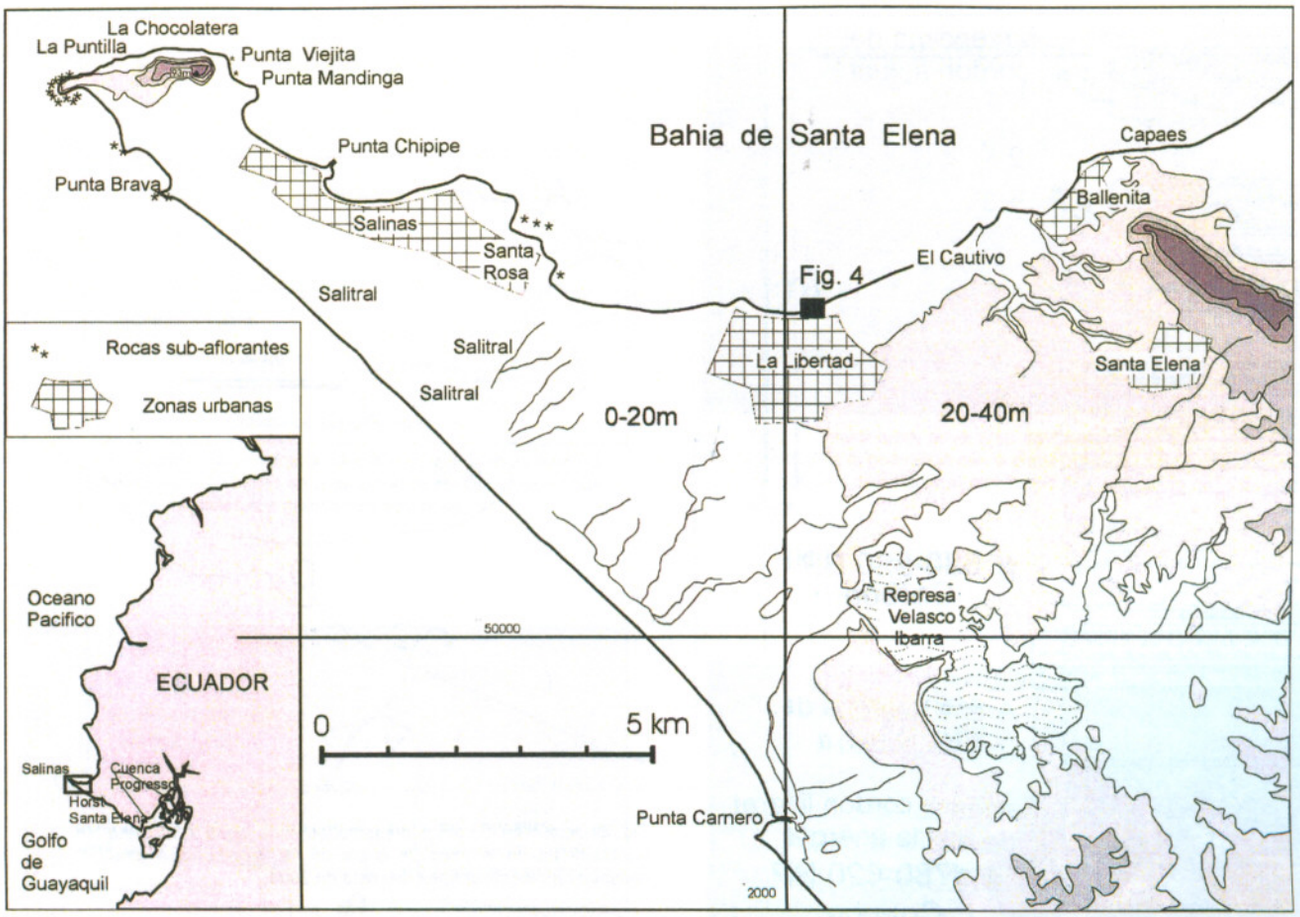


Fig. 1. Mapa general de la zona de estudio.

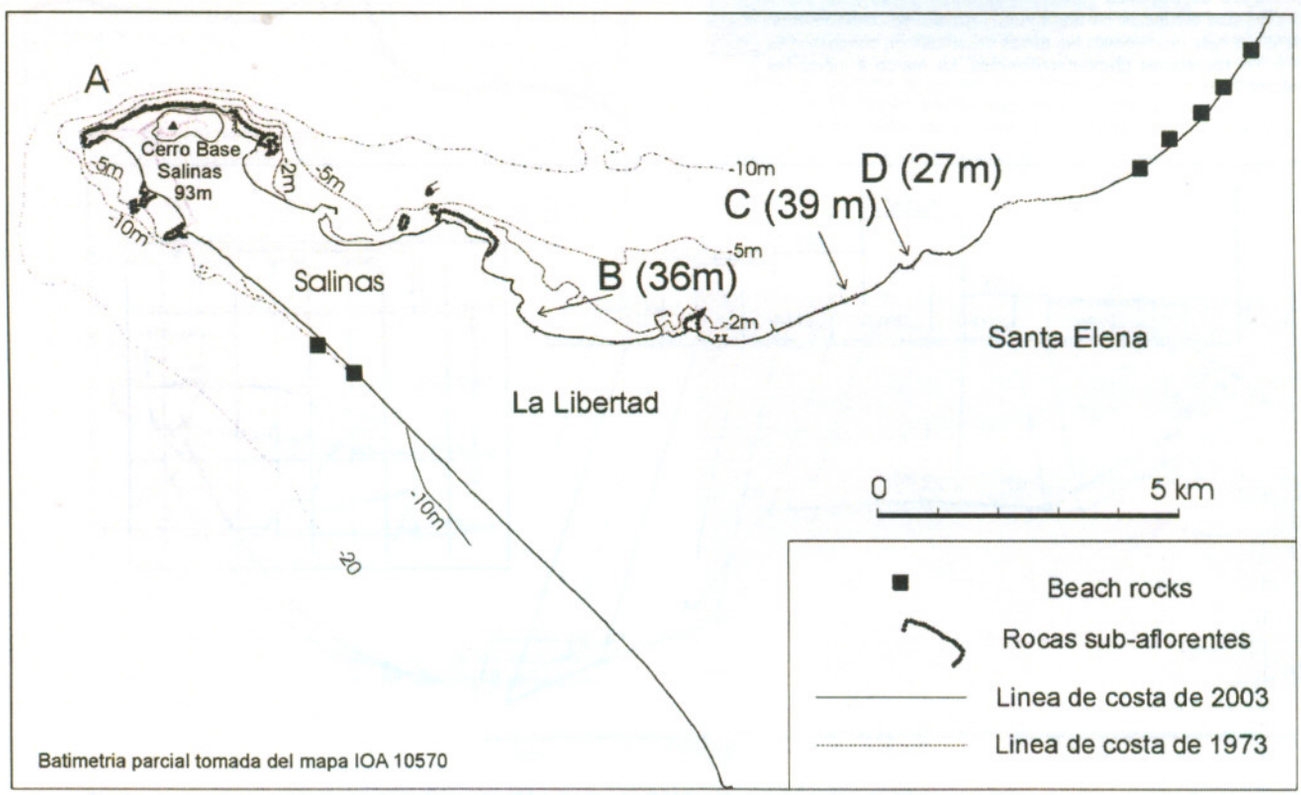


Fig. 2. Variaciones costeras en la zona de estudio. Las áreas A, B, C y D están detalladas en el texto.

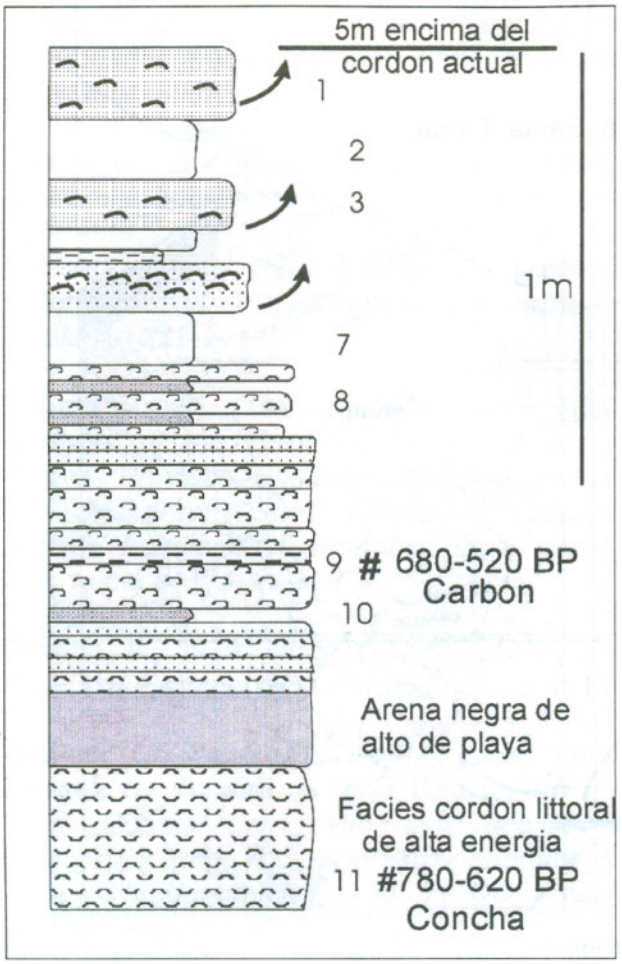


Fig. 4. Secuencia estratigráfica Libertad. Las áreas grises y las áreas con puntos marcan las facies de arena fina y gruesa respectivamente. Las pequeñas curvas representan las facies de arena con conchas. Las flechas marcan secuencias grano-decrecientes. La marca # indica las dataciones de C14.

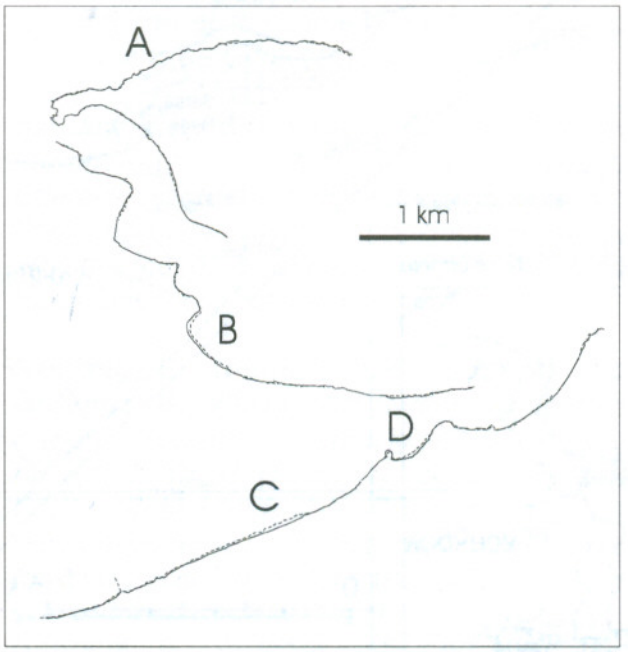


Fig. 3. Detalle de las áreas presentadas en la figura 2. La línea punteada marca la línea de costa de 1973, y la línea fina-continua representa la línea de costa de 2003.

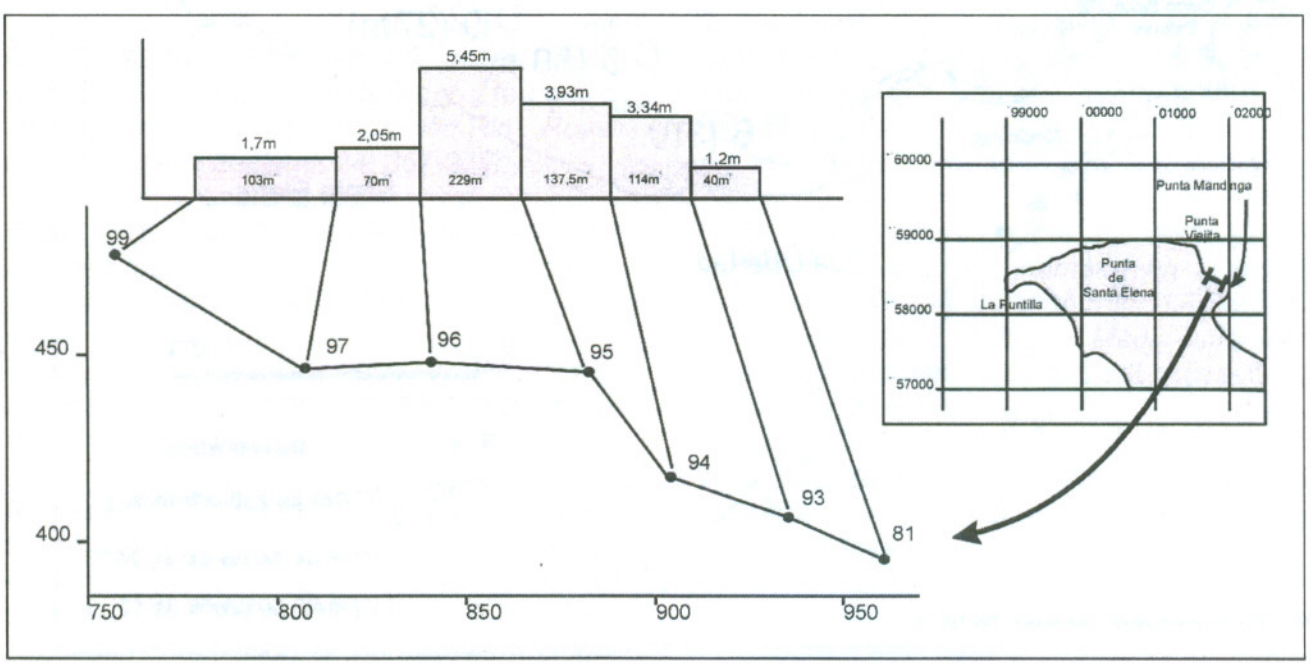


Fig. 5. Distribución de los bloques a lo largo de la costa de la Puntilla. Los últimos números en las escalas del gráfico representan las posiciones geográficas UTM. Los números de arriba indican la superficie de los bloques encontrados y el retraso costero correspondiente.

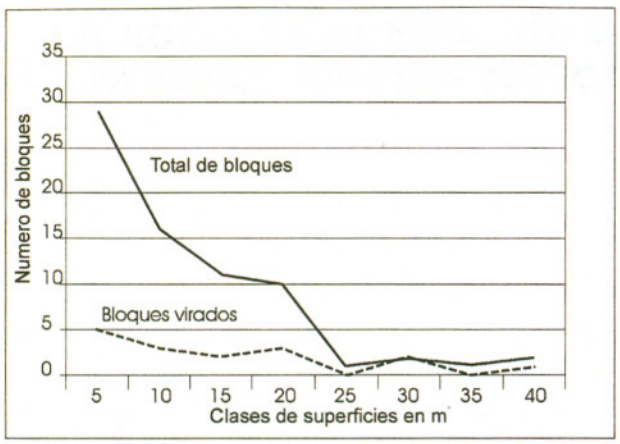
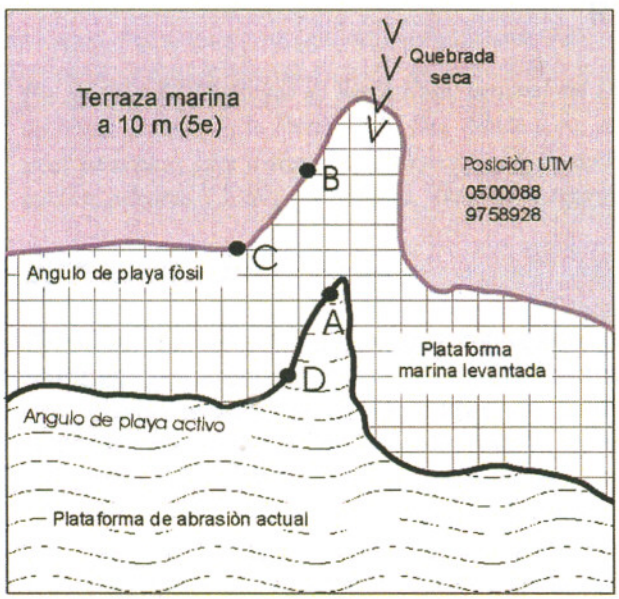


Fig. 6. Diagrama que marca la relación entre el total de bloques encontrados y los bloques en posicion volteada. Se observa que los bloques volteados son grandes en superficie.

Foto 1. Beach rocks en el área de Capaes-FAE. Se observa la similitud de la geometría con la playa actual. El beach rock repite en posición mas hacia el mar facies similares a las de la playa actual.



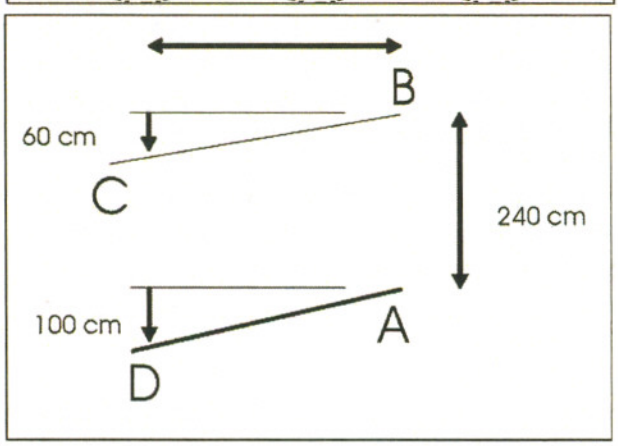


Fig. 7. Diagrama indicando la superposición de los socavones, arriba en el mapa, y abajo en corte. Se observa el paralelismo casi perfecto de las dos morfologías.

Foto 2. Bloques al pie del acantilado en la parte este de La Puntilla. El bloque grande enfrente esta volteado, se observan los conglomerados de la base de la secuencia en el tope del bloque.

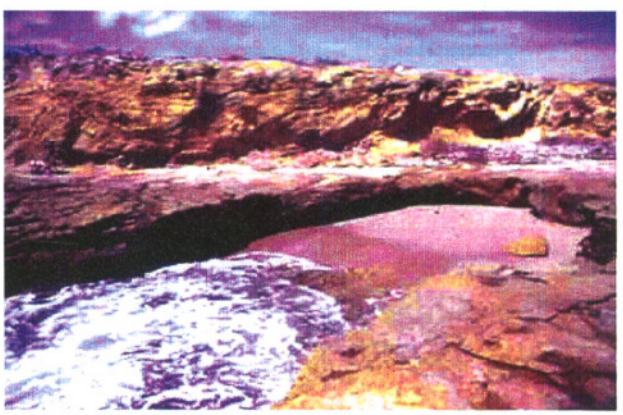


Foto 3. Los dos socavones superpuestos, en un area similar a la figura 7. Nivel cerca de la pleamar.

LA ACELERADA EROSIÓN DE LA PLAYA DEL BALNEARIO DE JAMBELÍ (VARIOS MÉTODOS PARA SU REGENERACIÓN)

Por:
Bolívar Soledispa P.1

ABSTRACT

For solicitude of the Municipality of Santa Rosa, personal of the INOCAR it made a recognition of the beach of Jambelí, in the island of the same name, in El Oro Province. Erosion processes had taken place in a small sector of the beach, destroying some structures for the tourists' rest. The recognition determined that the erosion took place for a wall of wood stakes, placed along the beach. Several methods were also suggested for their regeneration.

RESUMEN

Por solicitud del Municipio de Santa Rosa, personal del INOCAR efectuó un reconocimiento del balneario de Jambelí, en la isla del mismo nombre, en la Provincia El Oro, debido a que se había producido erosión en un pequeño sector de la playa, destruyendo unas estructuras para descanso de los turistas. El reconocimiento determinó que la erosión se produjo por un muro de estacas de madera, colocado a lo largo de la playa. También se sugirieron varios métodos para su regeneración.

INTRODUCCION

En vista de que la playa del balneario de Jambelí fue afectada por la erosión durante un aguaje, el Alcalde de la ciudad de Santa Rosa solicitó al INOCAR la participación de su personal técnico, para efectuar un reconocimiento en ese sector, a fin de evaluar los daños ocasionados, determinar las posibles causas, e indicar las medidas que pudieran tomarse para minimizar el efecto de dicho proceso natural; además, señalar qué metodología se podría aplicar para la regeneración de la mencionada playa. Por tal motivo, personal de la División de Estudios Costeros del Dpto. de Ciencias del Mar, llevó a cabo un reconocimiento en la mencionada playa, el mismo que se realizó el 22 de enero/2003.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende la playa del balneario de Jambelí, ubicada en el sector oeste de la Isla del mismo nombre (Fig. 1). La isla forma parte de un conjunto de islas que conforman el Archipiélago de Jambelí, el mismo que está ubicado frente a la costa sur de la Provincia El Oro, en el sector comprendido entre Boca de Capones y la Boca del Estero Santa Rosa. En este Archipiélago se observan zonas de manglar, camaroneras y muy pocos salitrales, no existiendo elevaciones significativas. En el balneario, que tiene una población de 4.477 habitantes, hay mucha actividad turística (Proyecto Holanda-Ecuador, 1999).

Este balneario está asentado sobre una barra de arena, con una playa de poca pendiente, aunque en la parte superior (berma) tiene una inclinación de 15°. Esta mayor inclinación en la berma se debe a la erosión que se produjo recientemente a todo lo largo de la misma. Desde el punto de vista geomorfológico, la playa tiene una forma convexa hacia el mar, lo que la hace más propensa a ser erosionada.

El sector habitado, así como las áreas ocupadas por los restaurantes, están ubicados en la parte alta de la playa, los cuales no fueron afectados.

Hacia atrás se aprecia la presencia de manglar, aunque un gran porcentaje de la isla ha sido concesionada para piscinas

1 Instituto Oceanográfico de la Armada - INOCAR. Avda. 25 de Julio Base Naval Sur

camaroneras. En lo que respecta a la zona exterior, ésta se halla delimitada por una playa de suave inclinación (4°), formada por arena de grano medio a fino, compuesta principalmente por cuarzo, minerales pesados y pequeños fragmentos de concha. Atrás de la isla, ésta se haya delimitada por el Estero Jambelí, en el que se aprecia un ambiente de baja energía, donde se depositan sedimentos finos (limo-arcillosos), aunque en el centro de éste hay arena proveniente del mar, canalizada a través del Estero Santa Rosa. Este estero (Jambelí) está bordeado por manglar, aunque solamente en sus orillas, ya que hacia adentro están las piscinas camaroneras.

En cuanto a las olas, éstas tienen alturas medias con un máximo de 40 centímetros, cuya energía podría parecer mínima para ocasionar los destrozos en la playa; sin embargo, la frecuencia de las mismas, que están en el orden de 0.2 Hz, indican que predominan las olas de vientos, las cuales atacan la zona costera en forma constante y permanente causando erosión (INOCAR, 2002).

A lo largo de la playa, por una longitud aproximada de 150 metros, se aprecia un muro formado por estacas de mangle, que los moradores del sector colocaron hace unos 4 meses, según su propia versión. Este muro sobresale unos 60-80 centímetros del nivel de la playa, teniendo una pequeña inclinación hacia tierra (Fotos 1 y 2).

El sector que fue afectado por la erosión es pequeño, aproximadamente de 50 metros de largo x 15 metros de ancho (Foto 3), y en el cual se habían construido unos Miradores (áreas de descanso para los turistas), los mismos que fueron destruidos. La erosión también afectó levemente la base de un sector de la calzada que se extiende a lo largo del Malecón, incluyendo una palmera, la misma que se cayó al suelo. Este sector se encuentra ubicado frente al área donde termina el muro de estacas.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Luego de la reconstrucción visual in situ del comportamiento de la corriente litoral durante el aguaje, se estableció que la causa principal para que se haya producido una mayor erosión en un reducido sector, fue el muro de estacas colocado en la playa. En cuanto a la mayor erosión, se presume que se originó de la siguiente manera:

La playa de la Isla Jambelí es uno de los sectores de la costa ecuatoriana en donde prevalecen ciclos estacionales, en los cuales las playas pierden una gran cantidad de arena en una estación, y la recobran en otra. Esta pérdida de arena es originada por la corriente litoral, la misma que se forma debido al ángulo con que se aproximan las olas a la playa, transportando de esta manera la arena en forma paralela a la costa. La corriente litoral ha sido reconocida como el principal agente formador y destructor de playas. Al llegar la ola a la orilla, la disipación de su energía sobre el fondo arenoso hace que se levante el sedimento, mientras que las corrientes litorales y de resaca le proporcionan movimiento y dirección.

Antes de la construcción del muro de estacas, en la playa se mantenía un perfil de equilibro, el mismo que es el resultado del balance entre la energía de las olas y el tamaño de grano de la arena. Pero este equilibrio cambia constantemente debido a la frecuente variación del estado del mar, así como a la variación de la altura de las mareas, entre otras causas naturales o antrópicas (Naciones Unidas, 1983)

Un muro de contención en la playa, del material que sea, se construye para reforzar su defensa contra el ataque incesante de las olas. Pero, esta obra de fortalecimiento de la línea de costa, debe llevarse a cabo previo a un estudio técnico, en el que se tomen en cuenta una serie de parámetros geológico-oceanográficos que aseguren alcanzar el objetivo propuesto.

En el presente caso, como posiblemente no hubo un estudio técnico previo, en el que se debió analizar las ventajas y desventajas de la obra, ésta produjo una mayor erosión, especialmente en el sector donde termina dicho muro. Y es que el efecto más negativo de estas estructuras, paralelas a la costa y,

por lo tanto, perpendiculares al avance de las olas, es la socavación que resulta de la reflexión de dichas olas al chocar en la costa. Al ser reflejadas hacia el mar, las olas pierden la tendencia a depositar sedimento del lado marino del muro, y lo que hacen es acarrear la arena hacia el mar (Naciones Unidas, 1983).

Con relación a la corriente litoral, es posible que en marea de cuadratura, y ya con la presencia del muro de estacas en la playa, ésta no haya causado erosión de consideración en la misma. Pero, en los últimos días de diciembre/2002, cuando se presentó un fuerte aguaje (coincide la fecha de una marea de sicigia con un perigeo lunar o con las tormentas del Pacífico Norte, en la que las mareas son más altas que lo normal, y el mar y las olas se agitan fuertemente), la corriente litoral produjo erosión, especialmente en la parte alta de la playa (la berma). Pero, por la similitud en la inclinación de la parte alta (15°), se dedujo que a lo largo de toda la playa, el efecto de la erosión fue casi con una misma intensidad, a excepción del área mayormente afectada. Y es que la corriente litoral, en esta última área, a medida que fue subiendo la marea, se fue canalizando paralela al muro de estacas, fluyendo con gran energía hacia el noreste, hasta donde terminaba el muro (Foto 4). Cabe señalar que esta dirección (noreste) se dedujo por la huella de socavamiento que quedó en la arena, entre el sector afectado y el no afectado. En el punto donde terminaba el muro, como ya no había las estacas en que apoyarse, el fuerte oleaje hizo que la corriente girara hacia la derecha, es decir, hacia el Malecón, erosionando la berma y destruyendo lo que se asentaba sobre su superficie, en este caso los Miradores (Foto 5).

Es de indicar que el sector de playa ubicado a la derecha del área mayormente afectado (tomando como referencia a una persona mirando hacia el mar), y que no tenía muro de estacas, no sufrió mayor erosión; ni tampoco el sector ubicado a su izquierda, y que si tenía muro de estacas. Por último, el sector de playa a la izquierda de esta última zona, que no tenía la protección del muro, tampoco sufrió mayor socavamiento.

Por la poca afectación en los sectores de playa que no tenían muros de estacas, se dedujo que la influencia de éste, en la protección contra la erosión, era mínima.

Lo que sí se puede asegurar es el impacto negativo que el muro está causando a la playa, y que de continuar en esa misma posición, hay la posibilidad de que en otro aguaje, nuevamente la corriente litoral continúe socavando la berma, y afectando, ahora si, la calzada por donde circulan los turistas.

Métodos para regenerar la playa

Para la regeneración de una playa no hay una solución general que se pueda aplicar a todos los casos, por lo que para la recuperación de la Playa de Jambelí, a continuación se mencionan los métodos que con mayor frecuencia se aplican a nivel mundial, con la finalidad de que en base a un análisis técnico, puedan seleccionar el método que cumpla a cabalidad con el objetivo propuesto, sin afectar mayormente el ambiente.

- Retención de arena con un espigón

Un espigón es una estructura de protección destinada a modificar la deriva litoral, de modo que da lugar a la acreción de una playa, es decir, por ser casi perpendicular a la costa, dicha estructura es una barrera parcial o total al transporte litoral. La deriva litoral así bloqueada, se acumula a lo largo del costado deriva arriba del espigón, así como en la parte marina inmediata al extremo de la misma, lo que trae como consecuencia que el suministro de arena al sector de la costa deriva abajo de dicho espigón, quede reducido (Fig. 2), trayendo como resultado el retroceso de la línea costera por la erosión originada por las olas (INOCAR, 1998).

En Playa de Jambelí no es recomendable una estructura de este tipo por cuanto, como ya se indicó, se originaría erosión deriva abajo, especialmente por ser parte una barra arenosa, es decir, muy inestable, por lo que de construirse un espigón, lo que se estaría haciendo es trasladando el problema a otro sector. Sin embargo, hay que señalar que últimamente, como parte complementaria en

la construcción de un espigón, se está trasladando por medio de dragado, parte de la arena acumulada, hacia la otra cara de la estructura, con el fin de disminuir el efecto erosivo (Silva, 2001).

Otro aspecto negativo para la construcción de un espigón es el material que conforma la playa, es decir, arena, la misma que siendo de fácil erosión, pondría en riesgo la estabilidad de la obra, principalmente en la parte donde se une la estructura con la orilla. Esto sin contar con la gran dinámica con que se presentan las olas en este sector en determinadas épocas del año.

Otro inconveniente es el momento en que la playa se sature de arena, entonces el exceso de este material tendría que ser dragado y depositado en el fondo cercano, impactando negativamente a las comunidades bentónicas.

Además, con la construcción del espigón se pierde la estética del paisaje.

- Suministro artificial de arena a la playa

La regeneración de playas con aporte artificial de arena es la solución que con más frecuencia se está utilizando en otros países. Este sistema soluciona la causa básica de muchos problemas de erosión, y beneficia a sectores de playa que están más allá del área del problema.

Uno de los métodos consiste en colocar arena directamente en la playa, para incrementar el suministro natural al área. No es necesario colocar la arena en capas; puede ser amontonada en áreas aisladas, dejando que las olas moldeen la arena a lo largo de la superficie de la playa.

El éxito de la alimentación artificial depende de la utilización de un material con un tamaño de grano apropiado. Si es demasiado fino, entonces será removido de la playa por la acción natural de las olas; y si es demasiado grueso, puede formar una playa con demasiada pendiente, incrementando el peligro para los bañistas. El material ideal debe tener una granulometría ligeramente más gruesa que la de la playa que se va a proteger, con lo cual se asegura la conservación de su pendiente, y el material permanece en la misma (Silva,2001).

Hay otro método que se utilizó en Long Beach, New Jersey y Santa Barbara, pero que no dio los resultados esperados. En estos sectores se descargó arena mar adentro, hasta profundidades del orden de 6 metros, con la esperanza de que por procesos naturales fuera transportada hasta la playa. Sin embargo, esto no dio resultado porque sólo una pequeña parte de la arena tomó camino hacia la playa, probablemente porque la granulometría de la arena utilizada en el ensayo no fue la adecuada (Silva, 2001).

Se debe señalar que el suministro artificial de arena tiene varios inconvenientes:

- Su elevado costo limita su aplicación. Una estimación calcula en 6 millones de euros (7´118.354 dólares USA) el kilómetro de playa regenerada, eso sin contar el costo de la arena, que se la considera (gratuita) porque suele ser extraída de los fondos marinos (GREENPEACE, 2003).

- La extracción de arena de bancos submarinos para depositarla en la playa, así como su posterior traslado por las olas hacia el mar, puede originar impactos negativos en hábitats naturales muy valiosos.

- La regeneración artificial exige un mantenimiento constante, es decir, nuevos aportes de arena, ya que nunca son duraderos porque como se trata de material depositado artificialmente, no se fija a la playa, lo que facilita su arrastre hacia el mar al primer aguaje que se presente. Esto, como ya se indicó, supone egresos continuos muy elevados.

La regeneración de Playa Jambelí, bajo este método, no es recomendable por su alto costo, sobre todo por la crisis económica que vive el país.

- La instalación de geotubos

La técnica de geotubos, actualmente muy utilizada alrededor del mundo, es otra alternativa para el reforzamiento de las playas. Esta técnica consiste en colocar como

muros de contención, en forma paralela a la playa, largos tubos de material geosintético rellenados con arena o con material de drenaje.

La posibilidad de colocar geotubos en Playa Jambelí, que ya fue planteada por el Jefe de Proyectos de la Municipalidad de Santa Rosa, tiene que ser bien analizada.

Es posible que, tal como lo expresó el Jefe de Proyectos de la mencionada Municipalidad, los geotubos colocados en otros sectores de la costa ecuatoriana estén cumpliendo con su papel de fortalecer la línea de costa, pero también es cierto que el comportamiento de las olas, corrientes, mareas, vientos, así como el material de las playas sobre los cuales ejercen su influencia estos agentes naturales, no es el mismo en todos los sectores, de allí que no se puede asegurar que estas estructuras resuelvan el problema de erosión de la playa de este balneario. Más aún, si esta playa es parte de una barra arenosa, por lo tanto de fácil erosión; que está situada frente al mar, donde el impacto de las olas es directo; a lo que también se suma la forma de la playa, convexa hacia el mar, lo que la hace más propensa a un ataque incesante de los agentes erosivos ya señalados.

Un ejemplo de un área donde se han colocado geotubos es el Estero San Lorenzo, en el cantón del mismo nombre, en la Provincia de Esmeraldas. Aquí, han reforzado la ribera izquierda del estero, que es el sector donde se asienta la población (Foto 6). En esta área, ubicada varios kilómetros hacia adentro de la línea de costa, donde la dinámica del agua es bien moderada, los geotubos están cumpliendo con el objetivo para los cuales fueron instalados. Además, porque el terreno sobre el cual está asentada la estructura, es más compacto, tal como se puede apreciar en la Foto 6.

Pero en Playa Jambelí, donde las olas impactan directamente en la playa, el comportamiento de los geotubos va a ser diferente. Al chocar las olas con la parte superior del geotubo, no habría ninguna afectación porque éstas se reflejarían hacia arriba. Pero en cambio, al chocar las olas con su parte inferior, éstas se reflejarían hacia abajo, lo cual socavaría su base, trayendo consigo el arrastre de arena hacia el mar, y posiblemente la desestabilización de la estructura.

Con la colocación de los geotubos también se perdería la estética del paisaje.

- Protección de las dunas

La mejor protección contra la erosión de la zona costera es la preservación de una amplia franja de playa, que esté protegida por una duna frontal que reciba las olas de tormenta. Con la duna respaldando la playa, habría suficiente arena para alimentar la barra que se forma aguas adentro durante las tormentas, la misma que luego, en la época de calma, nuevamente es depositada por las olas en la playa.

Una duna frontal es una pequeña elevación de arena que se forma por acción del viento en la parte superior de la playa, y que se extiende a lo largo de ésta. Puede o no tener vegetación.

Los desarrollos turísticos (hoteles, restaurantes, centros comerciales, etc,) deben ser construidos atrás de la zona de dunas, para que en caso de un fuerte oleaje no resulten afectadas estas inversiones. Este punto debe ser considerado por las autoridades competentes, cuando planifiquen nuevos asentamientos poblacionales, ya que perdiéndose la playa, se pierde también la capacidad turística.

En el Balneario de Jambelí, las construcciones al borde de la playa hacen que sea casi imposible la estabilización de la duna en forma natural, por cuanto los restaurantes, Miradores (áreas de descanso), incluyendo los bañistas, impiden toda pequeña acumulación de arena originada por el viento.

Otra alternativa es la de fomentar el retroceso de la línea de costa urbanizada, con la finalidad de restaurar paulatinamente la duna. Pero, esta alternativa no es aplicable en la Playa de Jambelí, por cuanto el espacio hacia atrás, hasta la otra orilla, es decir, hasta el límite con el Estero Jambelí, ya está poblado.

Aparte de esto, el balneario está rodeado de piscinas camaroneras, lo que complica más el problema.

CONCLUSIONES

El muro de estacas, colocado por los moradores como muro de contención, supuestamente para disminuir el impacto erosivo de las olas sobre la playa, fue la causa principal de la mayor erosión que se produjo en un pequeño sector del Malecón, y que causó la destrucción de los Miradores para turistas.

Varios investigadores han determinado que los cambios provocados por el hombre en las playas, pueden producir efectos erosivos más desbastadores que los originados por procesos naturales. Lo acontecido en la playa de este balneario corrobora lo antes mencionado, ya que el aguaje erosionó casi uniformemente la berma a lo largo de la playa, pero sin causar los estragos que se produjeron en el pequeño sector del Malecón, por causa del muro de estacas colocado por los moradores.

RECOMENDACIONES

Extraer las estacas de la playa, antes de que otro aguaje o marejada continúe con la acelerada socavación de la misma.

Solicitar, por parte de los moradores del balneario, la participación del Municipio de Santa Rosa, para que coordine las investigaciones con otras instituciones.

Solicitar el asesoramiento de profesionales con experiencia en transporte litoral y fortalecimiento de playas, para que sean ellos los encargados de analizar el problema y dar las soluciones con base técnica, y no incurrir en errores como el que ha motivado el presente informe.

Analizar detenidamente el método a ser seleccionado, ya que un apresuramiento en la construcción de estructuras en la playa, podría traer graves consecuencias no sólo para su estabilidad, sino también para las edificaciones que hay en el balneario, lo cual podría traer consigo un mayor problema social.

No permitir que se siga extendiendo la población a lo largo de la playa, especialmente en "primera línea costera", ya que esto traería consigo la nivelación de la duna, lo cual haría perder su efectividad en la protección contra las olas de tormenta.

Tomar conciencia de que, si bien es cierto que edificaciones con "vista al mar", resultan económicamente más rentable, especialmente para un negocio, también es cierto que a corto o largo plazo, esto resultará perjudicial por la acción erosiva de los agentes naturales.

AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento al CPFG-EM Byron San Miguel Marún, Director del INOCAR; al CPCB-SU Jorge Cárdenas Amores, Jefe del Dpto. de Ciencias del Mar; y al TNNV-SU Edwin Pinto, Jefe de la División de Estudios Ambientales, por el apoyo brindado para la publicación del presente trabajo. También agradece a la Ing. Essy Santana J. por la revisión del artículo.

REFERENCIAS

INOCAR, 2002.- *Informe de comisión (Mediciones oceanográficas en la Isla de Jambelí).*

INOCAR, 1998.- *Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental requerido para la Ampliación del Muelle de Salinas Yacht Club. Pag. 6.*

NACIONES UNIDAS, 1983.- *Tecnologías para el Control de la Erosión Costera.*

GREENPEACE, 2003.- *Alegaciones al Estudio de Nuevas Variantes de Ampliación de Puerto de Gijón. (Alegaciones hechas por Juan Antonio López Ugalde Garmendia, Director Ejecutivo de la Asociación Greenpeace). Pag. 9 (Internet).*

Proyecto Holanda-Ecuador, 1999.- *Evaluación de la Vulnerabilidad de la Cuenca Baja del Río Guayas. Pag. 16.*

Silva M. Gustavo (2001).- *Problemas de erosión de playas. Pag. 7, 8 y 9.*

Sector del Malecón del Balneario Jambelí.

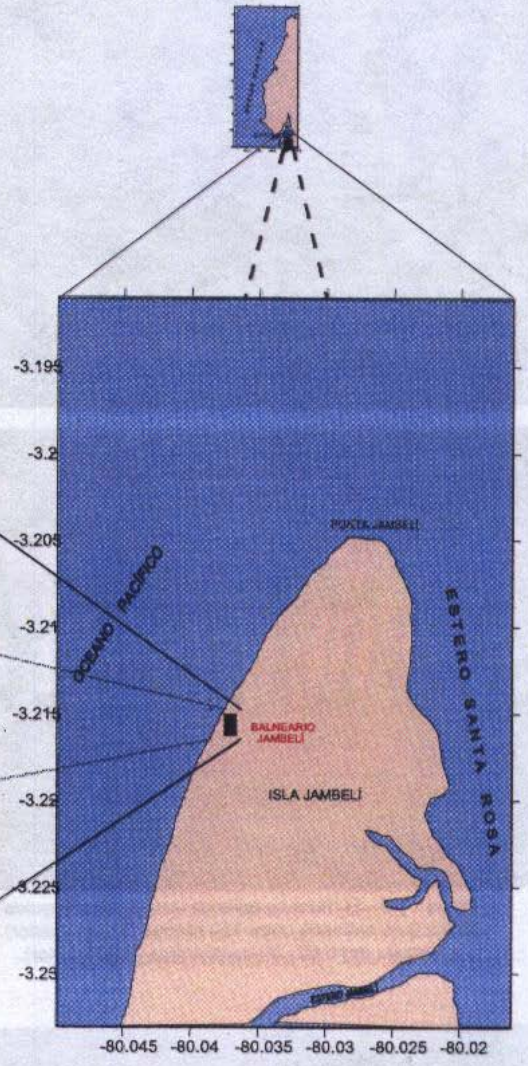


Figura 1.- Mapa de ubicación del área de estudio

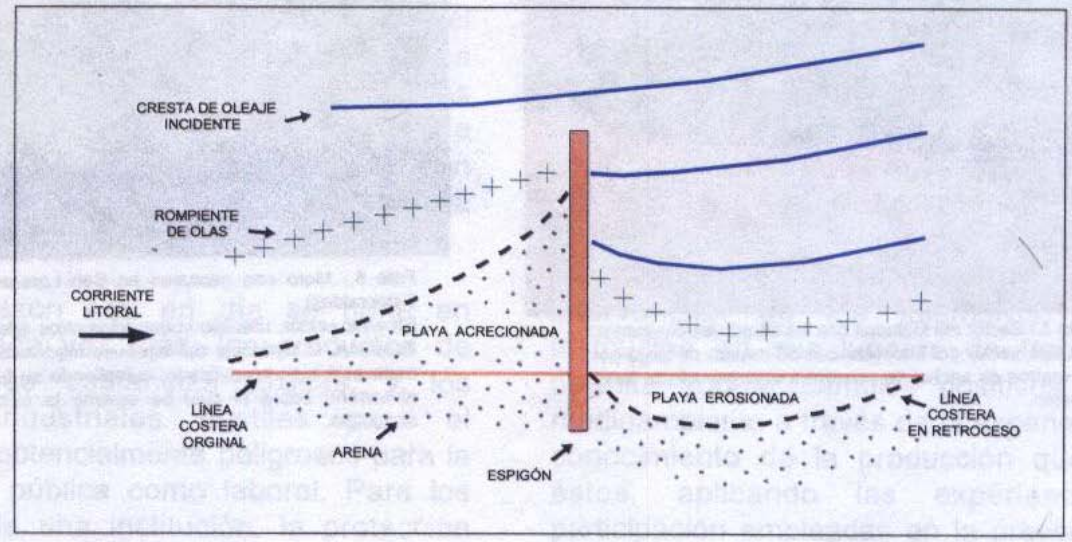
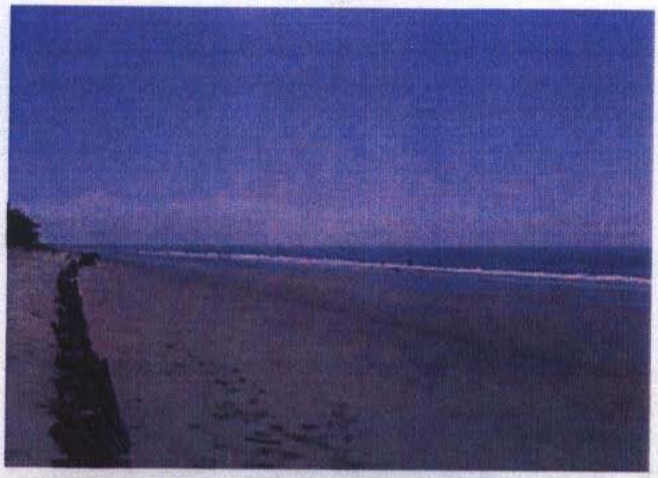


Figura 2.- Efecto en la morfología de una línea costera por la construcción de un espigón. En el gráfico se observa la acreción de la playa por la retención de arena deriva arriba de la corriente litoral, así como también el retroceso de la línea de costa por la erosión deriva abajo. También se aprecia la refracción de las olas al aproximarse a la estructura.



Fotos 1 y 2.- El muro de estacas visto en dos ángulos
El muro se extiende unos 150 metros (Foto superior), y sobresale entre 60 - 80 centímetros (Foto inferior).

Foto 3.- Sector del Malecón con los Miradores destruidos
En este sector del Malecón, con 50 metros de largo por 15 metros de ancho, se concentró el mayor efecto de la erosión.

Foto 4.- La corriente litoral fluyó a lo largo del muro de estacas hasta donde éste terminaba.

Foto 5.- En el extremo del muro, el fuerte oleaje hizo que la corriente litoral girara hacia la derecha, es decir, hacia el Malecón, destruyendo los Miradores.

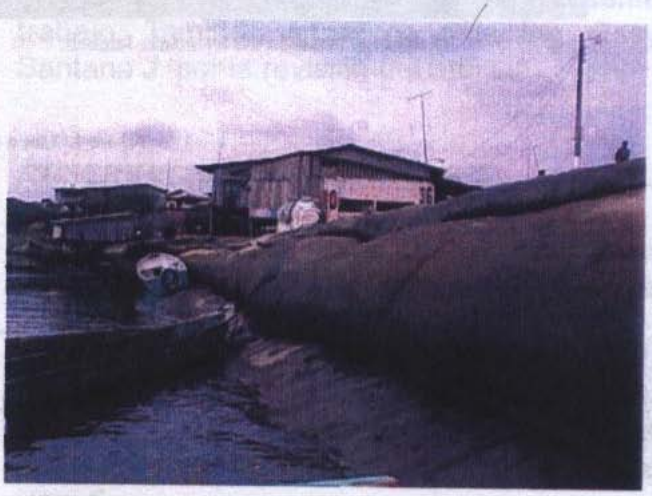


Foto 6.- Muro con geotubos en San Lorenzo (Provincia de Esmeraldas).
En este sector, ubicado varios kilómetros adentro de la línea de costa, la dinámica del agua es moderada, por lo que el muro está bien estabilizado, cumpliendo su función. Además, el terreno sobre el cual se asienta la estructura es más compacto.

RIESGOS AMBIENTALES EN NUESTROS LUGARES DE TRABAJO

Por:
Patricia Arreaga Vargas

ABSTRACT

The present document describes in a general way the environmental risks that can be produced in our work places, how to identify them, who does it and what are the benefits to know them for the our institution and each one us like workers of that institution. The document gathers the ideas of 16th DAPHNIA bulletin, the news bulletin on prevention of contamination and clean production edited by Departamento Confederal de Ecología y Medio Ambiente de la confederación Sindical de Comisiones Obreras (CC.OO)

RESUMEN

El presente documento describe de manera general los riesgos ambientales que se pueden producir en nuestros lugares de trabajo, como identificarlos, quienes lo hacen y cuales son los beneficios de conocerlos tanto para nuestras instituciones como para cada uno de nosotros como parte de dicha institución. El documento en si recoge las ideas del Boletín 16 DAPHNIA boletín informativo sobre prevención de la contaminación y producción más limpia, editado por el Departamento Confederal de Ecología y Medio Ambiente de la confederación Sindical de Comisiones Obreras (CC.OO).

INTRODUCCIÓN

El impacto ambiental de las actividades productivas es uno de los principales factores que determinan la crisis ambiental global, incrementando el efecto de los gases de invernadero, modificando la estructura y el grosor de la capa de ozono y aportando los elementos esenciales que producen las lluvias ácidas. También es el origen de muchos fenómenos locales de contaminación de suelos, recursos hídricos y de la atmósfera.

Por esta razón hoy en día se pone en cuestión, cada vez más, los productos de consumo, las sustancias tóxicas, y los procesos industriales hostiles para el ambiente y potencialmente peligrosos para la salud tanto pública como laboral. Para los miembros de una institución, la protección ambiental afecta además al mantenimiento de sus empleos y de sus condiciones de trabajo.

Tomando en cuenta la responsabilidad que cada uno tiene, como miembros de una institución, así como nuestras organizaciones en la producción y en los servicios, y convencidos de la necesidad de actuar urgente y decididamente poner un alto a los graves desequilibrios medioambientales, desde 1992 se iniciaron experiencias en distintos estados de la Unión Europea para propiciar su participación en la prevención de la contaminación y en la protección medioambiental.

Existen muchos programas que proponen definir, diseñar y ensayar metodologías de intervención de los miembros de una institución en sus lugares de trabajo que permita aportar cambios positivos para el medioambiente a través de la experiencia y el conocimiento de la producción que tienen éstos, aplicando las experiencias de participación empleadas en la prevención de riesgos laborales. Esto consiste en definir los factores de riesgo ambiental y los indicadores que muestran su acción desde el puesto de trabajo hasta el ejercicio de las responsabilidades de representación del grupo de miembros o empleados para la

elaboración de mapas de riesgos ambientales, para posteriormente actuar estableciendo planes de prevención a partir de soluciones que eliminen, si es posible, y reduzcan al máximo, si no lo es, los factores de riesgo. Todo esto requiere establecer formas de colaboración entre los distintos agentes que intervienen en los procesos productivos, en particular, las direcciones de las instituciones, los empleados, los técnicos e investigadores y las distintas administraciones públicas.

1. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES EN NUESTROS LUGARES DE TRABAJO

La identificación y el conocimiento de los riesgos medioambientales asociados a nuestras actividades productivas es la parte primordial de cualquier decisión, acción o actividad relacionada con la protección del medioambiente en nuestros lugares de trabajo.

Conocer, con el mayor rigor posible, el impacto ambiental que nuestras actividades producen o pueden producir, toma cada día mayor importancia para las instituciones en las que laboramos, quienes actualmente se ven sometidas a presiones desde distintos ámbitos para conseguir la reducción o eliminación de estos impactos, específicamente por parte de instituciones nacionales e internacionales, quienes tienen cada vez mayores exigencias dentro del ámbito ambiental.

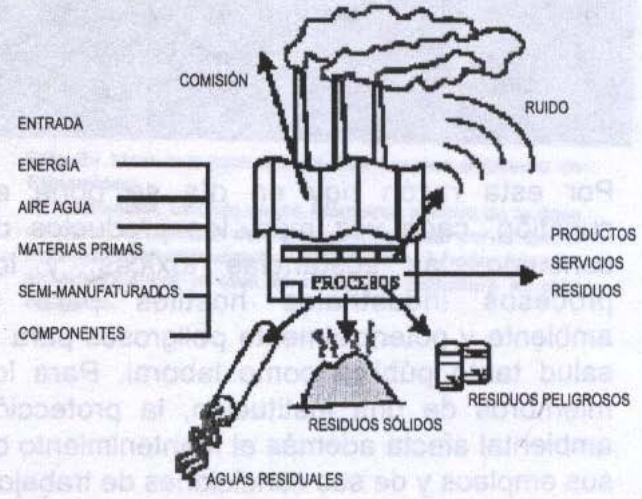
La identificación de los factores de riesgo ambiental y de sus efectos potenciales, dentro del marco de la gestión empresarial, constituye el objetivo de los distintos tipos de auditorias necesarias para la implantación y mantenimiento de Sistemas de Gestión Medioambiental, ya sea certificados según la normas ISO 14001, o según el Reglamento del Sistema de Gestión y Auditoría Medioambiental (EMAS).

La identificación de riesgos medioambientales, en el marco de la intervención del grupo trabajador en cada lugar de trabajo, es la base sobre la que se levantan todas las actuaciones encaminadas a conseguir instituciones cuyo impacto en el medio ambiente sea sostenible, desde la elaboración de mapas de riesgos, buenas prácticas y planes de prevención como instrumentos, incluso de presión y además de participación de cada uno de nosotros como miembros, hasta la negociación, en los casos en que sea necesario, de una transición justa en aquellas instituciones o sectores que requieran una reconversión ecológica o reestructuración de la producción, teniendo presentes la implantación de sistemas de gestión medioambiental y de participación concreta de sus colaboradores en los mismos.

2. DEFINICIÓN DE RIESGO MEDIOAMBIENTAL

Un riesgo medioambiental es toda circunstancia o factor que conlleva la posibilidad de un daño para el medio ambiente.

La palabra riesgo está asociada siempre a peligro, es decir, a cualquier propiedad, condición o circunstancia en que una sustancia, un producto, una instalación, un equipo o un proceso puede ocasionar un daño directo a la cantidad o a la calidad del suelo, del agua, del aire, de los ecosistemas o indirecto a personas o bienes como consecuencia de los anteriores.



Para identificar y evaluar un determinado riesgo es necesario conocer:

Riesgo = Probabilidad x Daño

a. Las fuentes de riesgo presentes

A través de numerosos medios tales como publicaciones, estudios, diagnósticos emitidos por expertos o consultores especializados, normas y disposiciones de carácter legal, etc. Por ejemplo:
Presencia en la institución de Cadmio en las baterías. Producto peligroso. Probable cancerígeno.
Existencia de un horno de secado que utiliza gasoil como combustible. Emisiones de CO 2.

b. Los identificadores del riesgo

Indican dónde y cómo actúan las fuentes de riesgo en las condiciones concretas de una institución o centro de trabajo. Por ejemplo
El ciclo de uso de una batería de Cadmio en el interior de una fábrica.
Las emisiones, de CO2 en un polígono industrial determinado.

c. Los efectos o consecuencias del riesgo

Los daños que puedan ocasionar en el medio natural. Por ejemplo:
El Cadmio, como metal pesado contamina el terreno y las aguas subterráneas. Afecta a las plantas y a los animales que se nutren de ellas. Puede ocasionar perdidas importantes del valor del suelo tanto industrial como agrícola.

El CO 2 es el principal gas responsable del efecto invernadero.

3. LA VALORACION DEL RIESGO AMBIENTAL

La forma tradicional de evaluación del riesgo viene dada por la fórmula:

El riesgo toma un valor numérico determinado de acuerdo a los valores que demos a la probabilidad y al daño dentro del sistema de evaluación escogido. Por ejemplo:

La fórmula binaria de evaluación de riesgos laborales consiste en asignar valores comprendidos entre 1 y 5 o entre 1 y 10, y luego determinar la gravedad del riesgo a partir del resultado final de la operación.

El riesgo total asociado a un puesto de trabajo es la suma de los resultados obtenidos para cada uno de los factores presentes (ruido, uso de tóxicos, posturas forzadas, etc).

Una vez cada 50 años.....	Despreciable.....0
Una vez entre 50 y 10 años.	Posible 1
Una vez entre 10 y 1 año.....	Probable.....2
Una vez entre 1 año y 1 mes.	Altamente probable..3
Una vez al mes.....	Muy probable.....4

Para que un sistema de evaluación opere correctamente debe considerar:

1. La probabilidad de accidente.

2. La exposición prolongada.

3. Los posibles escenarios en que se producen los sucesos anteriores.

4. Las consecuencias valorando:
La intensidad (grado de incidencia en el medio por cantidad o peligrosidad).
La extensión (área de influencia).
La persistencia (tiempo que dura el efecto).
La reversibilidad (posibilidad de recuperar las condiciones iniciales).
Las características del medio (el valor medioambiental del medio donde se produce).

Existen o aparecen problemas derivados de la valoración de la probabilidad y del daño, por ejemplo: en los procesos de contaminación por acumulación gradual de tóxicos o en los casos de catástrofes naturales puede utilizarse mal la fórmula tradicional si se establecen incorrectamente los valores a emplear. Algunos métodos de evaluación dan los valores que muestra la tabla anterior, si se aplican estos valores sin adaptar adecuadamente los correspondientes al daño puede obtenerse una valoración errónea para ciertos riesgos relacionados con escalas temporales muy grandes: erupciones volcánicas, venidas de agua catastróficas, productos altamente persistentes, etc.

Los riesgos para el medio ambiente se identifican en el lugar de trabajo a partir de la formación específica y del conocimiento de los procesos productivos, de las instalaciones, de los productos utilizados, del tratamiento de los residuos, etc.

¿Quiénes pueden ayudarnos a identificar estos peligros?. Existen diversos sujetos o personas capaces de identificar estos peligros:

Los Consultores Externos.- empresas o personas que, estando calificados para ello, tienen dentro de su oferta de servicios y actividad económica la gestión medioambiental de las instituciones. La herramienta habitual suele ser la auditoría.

Los técnicos de la propia institución especializados en la gestión medioambiental.- generalmente y de acuerdo al tamaño de la institución (en cuanto a funciones), puede ser compartida esta responsabilidad. También utilizan técnicas de auditoría para conocer los riesgos presentes.

4. LAS FUENTES DE RIESGO

El análisis del riesgo medioambiental en el lugar de trabajo se hace cruzando las fuentes de riesgo determinadas o seleccionadas en asociación con las instalaciones y procesos de producción con los elementos que componen el entorno natural y humano de la instiución. Puede ser:

a. Integral.- cuya finalidad será conocer el impacto ambiental global de una instalación, a partir del estudio de todos los peligros asociados al lugar de trabajo o planta. Este es el procedimiento necesario para implantar sistemas de gestión medioambiental, realizar las evaluaciones de impacto ambiental, etc.

b. Parcial.- utilizado cuando se quiere conocer los riesgos asociados a una o varias fuentes o actividades de riesgo importantes. Puede ser suficiente para instituciones cuyos procesos productivos sean sencillos.

Las fuentes de riesgo presentes en nuestros lugares de trabajo o instituciones, están relacionadas con los siguientes factores:

1. Peligros relacionados con materias primas, subproductos del proceso y productos finales. Es necesario conocer la naturaleza y características de toxicidad de las sustancias (inflamable, explosivo, corrosivo, daña la capa de ozono, afecta a las especies acuáticas, etc.), las cantidades utilizadas, su almacenamiento y envasado.

2. Peligros relacionados con el almacenamiento. Conocer las áreas dedicadas a almacenamiento, qué sustancias son almacenadas y cómo, formas de transporte y efectos que pueden producirse en caso de accidente, fuga o desperfectos.

3. Peligros relacionados con los procesos de producción o con la prestación de servicios. Hay que conocer el uso de las sustancias peligrosas, los efectos del mal funcionamiento de componentes y equipos, fallo de los sistemas de seguridad, control y mantenimiento, etc.

4. Peligros relacionados con la gestión de la institución. Hay que conocer las deficiencias de formación, de información, de documentación, de organización del trabajo así como los incumplimientos de la legislación vigente. Además de los riesgos relacionados a las condiciones laborales (fatiga, horas extras, eventualidad, etc.)

5. Peligros relacionados con los residuos, vertidos y emisiones. Hay que conocer el impacto en el medio, las autorizaciones, el tratamiento, la caracterización, inventario, colectores, chimeneas, control y mecanismos de vigilancia, etc.

6. Peligros de otras instalaciones o infraestructuras. Hay que conocer los procesos de refrigeración, la alimentación eléctrica, las plantas de depuración y cualquier función auxiliar que se necesite para la actividad principal de la planta.

7. Peligros relacionados con los productos o servicios objeto de la actividad de la institución. Ciclo de vida. Es necesario recordar que los elementos que componen el entorno natural y humano son:

Medio Inerte.- hay que conocer los efectos sobre las condiciones climáticas locales y regionales, sobre la calidad del aire, sobre la calidad y cantidad de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos y sobre la calidad y el uso de los suelos.

Medio biótico.- hay que conocer los efectos sobre la fauna, flora y sobre la estructura y diversidad de los distintos ecosistemas presentes en el entorno.

Otros aspectos importantes son las afecciones al paisaje y a los espacios naturales protegidos.

Entorno humano.- hay que conocer la influencia sobre la población, las actividades económicas con incidencia ambiental (agricultura, ganadería, minería), infraestructuras (canalización de agua, tratamiento local de residuos, redes eléctricas y de transporte), salud pública y sobre el patrimonio histórico, artístico y cultural.

5. METODOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES

Los distintos sujetos capaces de realizar la identificación y evaluación de riesgos ambientales utilizan metodologías propias. Los expertos, auditores, consultores, técnicos, etc, suelen utilizar técnicas de auditoría normalizadas, que si bien garantizan procedimientos reglados de análisis, permiten gran discreción en los contenidos mínimos que deben satisfacer. La forma concreta de realizar las encuestas, inspecciones y programas de auditoría dependerá de:
El conocimiento del lugar de trabajo, los procesos de producción que se realicen y de la organización que tengan.
La formación medioambiental adquirida.
La información documentada en la institución y de su acceso a ella.
La posibilidad de apoyo técnico externo.
La colaboración de la dirección de la institución.

Pueden realizarse evaluaciones globales o parciales. Las primeras consisten en:

1.º Recolectar toda la información disponible del lugar de trabajo con relación a permisos necesarios, legislación que debe cumplir, datos globales de la instalación, consumo de agua, energía, materias primas, análisis de vertidos y emisiones, residuos producidos, etc.

2.º Utilizar la propia experiencia laboral de los miembros para investigar en todos los lugares de trabajo o por lo menos en los más significativos de cada sección o departamento los siguientes indicadores:

a. Las materias utilizadas, sus características contaminantes y las cantidades empleadas.

b. Los productos y subproductos, los residuos, vertidos y emisiones gaseosas.

El resultado deberá ser un mapa de riesgos, que será bien documentado, indicando la fuente de riesgo, su localización en la institución (sección, lugares de trabajo, etc.) su valoración cuantitativa y cualitativa y los efectos o repercusiones que puede tener en el medio ambiente y en la salud laboral. Es necesario que cubran los siguientes aspectos: Selección de los factores de riesgo sobre los que actúa, recolección de toda la información disponible en la institución sobre ellos, seguimiento del itinerario de los mismos en la institución (por ejemplo, el ciclo de uso de un producto en la planta de fabricación), desde la adquisición o aparición de los mismo hasta la salida de los procesos, bien como producto final, bien como subproductos residuales.

6. LA SENSIBILIZACIÓN COMO MEDIO DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES

Sensibilizacion Social
La sensibilización medioambiental impartida a cada uno de nosotros como miembros de una institución debe tener los siguientes objetivos:

Incentivar nuestra responsabilidad en la protección del medio natural desde el desempeño de nuestras obligaciones laborales, modificando nuestras actitudes y comportamientos.

Aprovechar de nuestra experiencia y

conocimiento de nuestros puestos de trabajo en la identificación de riesgos.

Fomentar nuestra participación activa y consciente en todo evento de carácter ambiental.

7. BENEFICIOS POTENCIALES DE LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES

La evaluación de los riesgos medioambientales en una institución puede representar grandes beneficios potenciales, tanto para la institución como para cada uno de nosotros, sus colaboradores derivados en primer lugar de las actuaciones de sensibilización y en segundo lugar por la identificación de los riesgos medioambientales.

Las campañas de sensibilización incrementan la participación de nosotros, los miembros en la protección medioambiental y mejora la imagen de la institución y de nosotros mismos ante la sociedad.

El reconocimiento de los riesgos ambientales en nuestros lugares de trabajo (institución) y el compromiso de actuar sobre ellos presenta una serie de beneficios para nosotros sus colaboradores o miembros y la sociedad que se definen en mejoras del medio natural, de la calidad de vida y de las condiciones de trabajo y salud laboral.

Además, presenta importantes ventajas para nuestra institución, mejorando la imagen corporativa ante la sociedad con efectos positivos sobre nuestros clientes, proveedores, compañías de seguros, entidades financieras y administraciones. Y estableciendo una base sólida para la implantación de una adecuada gestión ambiental en la institución, al facilitar las auditorías medioambientales destinadas a obtener la certificación según las normas ISO 14001.

Pero, una vez conocidos los riesgos es necesario establecer un Plan de Prevención. Este debe tener medidas inmediatas destinadas a minimizar los peligros potenciales, y además debe iniciar un proceso de investigación para determinar las alternativas técnicas y organizativas que puedan eliminar los riesgos identificados.

Las medidas inmediatas a tomar se las puede clasificar en:

Medidas de protección.- puestas en marcha, conlleva a una disminución de los riesgos medioambientales y por consiguiente de los riesgos para la salud laboral, así como una serie de efectos positivos asociados, tales como la reducción de la probabilidad de accidentes, del riesgo de multas, etc.

Medidas de Buenas Prácticas.- su implementación permite una reducción importante de costes gracias al ahorro que aportan en el consumo de energía, de materias primas, de agua, mantenimiento, etc. El proceso de implantación permite también una optimización de la organización del trabajo característica de la institución.

Estudio de alternativas.- busca la eliminación de los riesgos proporcionando a las instituciones oportunidades de renovación y modernización tecnológica.

8. INOCAR Y SU PARTICIPACIÓN EN LA IDENTIFICACIÓN DE LOS DE RIESGOS MEDIOAMBIENTALES

Una de las principales preocupaciones del INOCAR ha sido su participación en la identificación de los riesgos medioambientales. Desde 1997 cuenta con infraestructura adecuada y con un grupo de profesionales interdisciplinario capacitados para identificarlos.

Nuestra misión como institución es realizar estudios de evaluación de impacto ambiental y auditorias ambientales, con la finalidad de obtener un enfoque global de la afectación del hombre sobre el ambiente marino costero. Para lo cual ha sido necesario la identificación de los riesgos medioambientales y en segundo lugar hacer estudios profundos de éstos con la finalidad de establecer medidas preventivas y mitigación frente a aquellos.

Hemos sido apoyo a en la sensibilización como medio de identificación de riesgos medioambientales a muchas instituciones y empresas afines o ajenas al INOCAR. Se han desarrollado Planes de Contingencia para grandes obras de desarrollo nacional, cuyas actividades futuras representan riesgos ambientales.

En la actualidad el INOCAR lleva a cabo proyectos cuyo objetivo principal es hacer un diagnóstico de las actividades que pueden constituirse en riesgos medioambientales en diferentes áreas costeras y estuarinas. Existe un constante monitoreo de las condiciones ambientales del agua y suelo en dichas zonas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

http://www.inerco.com/productos/girma.htm. Nueva Herramienta para el Análisis de Riesgos Medioambientales, GIRMA -INERCO. Proyectos Químicos 29.

http://www.etsii.upm.es Prevención de Riesgos Medioambientales. Ma. Encarnación Rodríguez Hurtado. Doctor Ingeniero Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Madrid.

http://www.istas.net/ma/daphia/ Identificación de Riesgos Medioambientales – GUIA DE ACTUACION. Daphnia, boletín Informativo sobre prevención de la contaminación y la producción No16.