EL NIÑO 2006-2007. DESARROLLO Y MANIFESTACIONES EN AGUAS ECUATORIANAS

Por: Eduardo Zambrano [1]

Resumen

Se revisan las características generales de los eventos El Niño en el Pacífico Tropical y la ma-nera como se manifiestan frente a las costas del Ecuador. Se analiza la elevación del nivel del mar en la estación de La Libertad y se compara con el contenido de calor en el Pacífico central. Utilizando la información de las boyas del programa TAO se analiza la propagación de tempe-ratura y altura dinámica desde el Pacifico ecuatorial occidental hasta el borde oriental. De igual manera se analiza el arribo de ondas ecuatoriales al borde oriental del Pacífico y su incidencia en el nivel medio del mar.

El Niño 2006-07 concluyó rápidamente y de intensidad débil; puede considerarse como en evento de corta duración que presentó las características generales de otros eventos frente al Ecuador, a excepción de las lluvias que se dieron de manera aislada y deficitaria, por la fuerte señal moduladora de la atmósfera.

Abstract

The general characteristics of the El Niño events are reviewed in the Tropical Pacific and the way as they are pronounced in the coasts of Ecuador. The elevation of the sea level in the sta-tion of La Libertad is analyzed and it is compared with the heat content in the central Pacific. Using the information of the buoys of the TAO program is analyzes the propagation of tem-perature and dynamic height from the western equatorial Pacific to the Eastern edge. Of same way is analyzes the arrival of equatorial waves to the Eastern Pacific edge and its incidence in the mean sea level.

El Niño 2006-07 concluded quickly and of weak intensity; it can be considered like in event of short duration that displayed the general characteristics of other events in front of Ecuador, with exception of rains that occurred of isolated and deficit way, by the strong modulator signal of the atmosphere.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

Desde los tiempos de la colonia, pescadores de Ecuador y Perú, describieron la presencia de aguas superficiales relativamente cálidas frente a las costas, asignándole a esta alteración marina el nombre de Corriente del Niño, debido a que ocurría hacia fines de diciembre, cerca de la Navidad (nacimiento del niño Jesús).

Además, a esta alteración en la superficie del mar, fue asociada con la disminución en la pesca y con cambios en la cantidad de de lluvia caída. Sir Gilbert Walter en 1930, referido por Zambrano (1986), fue el primero en observar que la presión atmosférica sobre el Pacífico Tropical oscilaba; es decir, cuando había alta presión en el Pacífico occidental, era baja en el Pacífico oriental, y viceversa.

Esto originaba cambios notables en la dirección y velocidad de los vientos; a esta oscilación de la presión atmosférica, Walker le dio el nombre de Oscilación del Sur.

Posteriormente con el avance de las investigaciones oceánicas y atmosféricas se estableció la relación entre El Niño, y la Oscilación del Sur; siendo la denominación actual en su conjunto, El Niño, Oscilación Sur (ENOS).

Durante El Niño, el aumento de la temperatura del mar incrementa la evaporación, de manera que las lluvias asociadas con las perturbaciones en la circulación atmosférica se desplazan a otros lugares, originando a su vez perturbaciones del clima en extensas áreas del planeta; produciéndose déficit de lluvias en unos lugares mientras que en otros las precipitaciones son excesivas; a esto se le conoce como teleconexiones de El Niño.

Los cambios relacionados con El Niño son las sequías, inundaciones, olas de calor y otros cambios que pueden desorganizar gravemente la agricultura, la pesca, el medio ambiente, la salud, la demanda de energía y la calidad del aire.

En las últimas décadas se ha dado gran importancia a la observación del ENOS, pues es una de las causas principales de las grandes lluvias, sequías y otros cambios climáticos en gran parte del planeta, que abarca el Pacífico ecuatorial y subtropical.

Cuando se presenta El Niño, llueve en el Pacífico oriental, y el clima es seco en la región del Pacífico occidental.

El Niño se presenta con intervalos irregulares pudiendo existir de uno a dos eventos en una década, Zambrano (1986), casi siempre con características distintas. Por lo general se inicia cerca de la época de Navidad y dura de 12 a 18 meses.

El Niño más intenso registrado en el siglo pasado ocurrió en 1997-1998. Las anomalías del último El Niño fuerte se iniciaron alrededor de mayo de 1997 y se prolongaron hasta mediados de 1998; su considerable magnitud y grave impacto permiten clasificarlo como extraordinario.

La intensidad de El Niño depende de la magnitud de las anomalías y de la extensión del área de influencia; en cuanto al efecto de El Niño este dependerá de la época del año en que se presenta y el impacto socioeconómico estará más directamente relacionado con la vulnerabilidad de las diferentes regiones y actividades.

En cuanto a la clasificación de los El Niño, se debe manifestar que en los años haya sucedido un El Niño no siempre este es aceptado por todos los sectores, especialmente cuando la característica del evento es débil. En consecuencia, los distintos investigadores sitúan a El Niño y La Niña en años discrepantes y también difieren acerca de qué años fueron normales.

Esto puede llegar a causar problemas a los interesados en determinar correlaciones estadísticas, o la falta de ellas, entre episodios de El Niño y manifestaciones climáticas en lugares distantes (denominadas teleconexiones).

En cuanto a la predicción de El Niño son muchos los esfuerzos que se hacen para su predicción, sin embargo hasta al momento se presentan deficiencias y dificultad en su predicción; Fedorov *et al.* (2003) manifiesta que esta dificulta se debe a la compleja interrelación entre la Oscilación del Sur y el ruido atmosférico, lo que hace al evento muy variable y consecuentemente de difícil predicción.

Al respecto Philander *et al.* (2003) manifiesta que El Niño es una fase de un modo continuo natural autosostenido del sistema acoplado océano-atmósfera, en la que La Niña es la fase complementaria o es El Niño una desviación temporal de condiciones normales disparadas por una perturbación randómica como el pulso de los vientos el oeste; además se debe tener en cuenta las modulaciones decadales y cual es la influencia que ejerce el calentamiento global.

Características de El Niño frente a las costas del Ecuador.

En términos generales se puede decir que no existen dos eventos iguales, difieren en su fecha de inicio o formación, su intensidad o magnitud de las anomalías, área de influencia, velocidad de retiro de las anomalías térmicas o tiempo de permanencia entre otras. Normalmente se pude distinguir tres fases durante la ocurrencia de un evento ENOS, Formación Desarrollo, y Debilitamiento.

Los eventos de El Niño se caracterizan frente a nuestras costas por el incremento de la temperatura del mar y del aire con valores superiores a una desviación estándar dependiendo de la intensidad del evento y por la profundización de la termoclina e incremento del nivel medio del mar, asociado con el arribo de ondas ecuatoriales en la margen oriental del Pacífico.

Asociada con el calentamiento del mar y la evaporación asociada se producen intensas lluvias que son alimentadas por la actividad convectiva de la Zona de Convergencia Intertropical, produciéndose intensas lluvias acompañadas de tormentas eléctricas en la región costera del Ecuador; este proceso esta ligado a la accionar de los vientos los cuales pueden desplazar las nubes de lluvias a otros lugares.

Sin embargo después del evento de El Niño de 1997-98, se han presentado una serie de eventos de carácter oceánicos que no han tenido la repuesta esperada en la atmosfera y la pregunta es si los El Niño están cambiando su manera de manifestarse; al respecto Fedorov & Philander (2001) señalan que recientes avance observacionales y teóricos de El Niño, sobre la controversia existente del posible efecto del calentamiento global en el evento resultado de una inestable interacción entre la atmósfera y el Océano Pacífico Tropical, aparentemente cambios en las características de El Niño podrían reflejar importantes perturbaciones randómicas, que podrán a su vez ser consecuencia de las variaciones decadales de fondo y no se excluye la posibilidad que el calentamiento global este afectando a aquellas variaciones.

El Niño 2006-2007 Desarrollo.

A partir de mayo-junio de 2006 se inicia un calentamiento sostenido de la superficie del mar en el Océano Pacífico ecuatorial occidental y central (Regiones Niño 4 y 3.4), el cual se prolongaba a niveles subsuperficiales, alcanzando para septiembre del mismo año, anomalías de hasta 3,0ºC en profundidades de 150 m. (Figura 1).

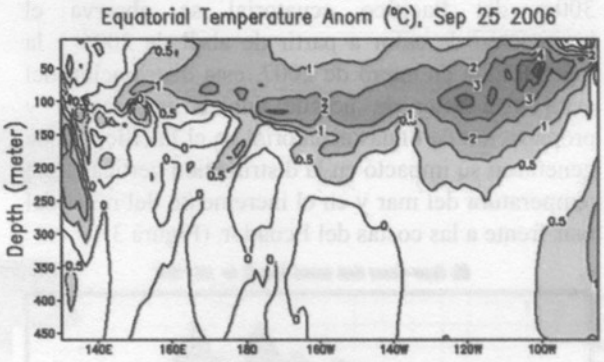


Figura 1. Anomalía de la Temperatura Ecuatorial Subsuperficial (ºC), Septiembre 25 de 2006 Tomado del sitio web NOAA/NCP

A nivel subsuperficial se evidenció la generación y propagación de ondas ecuatoriales, desde el Pacifico occidental-central hasta el borde oriental durante los meses de marzo, mayo, julio y octubre; cada una de estas ondas de downwelling se caracterizó por ser progre-sivamente más intensa al igual que su origen y propagación cada vez más hacia el este; siendo la onda generada en octubre la de mayor intensidad y que arribó a costas de Suramérica en los primeros días de enero de 2007, siendo esta la que mayor impacto causó en la distribución de la temperatura y nivel del mar. (Figura 2).

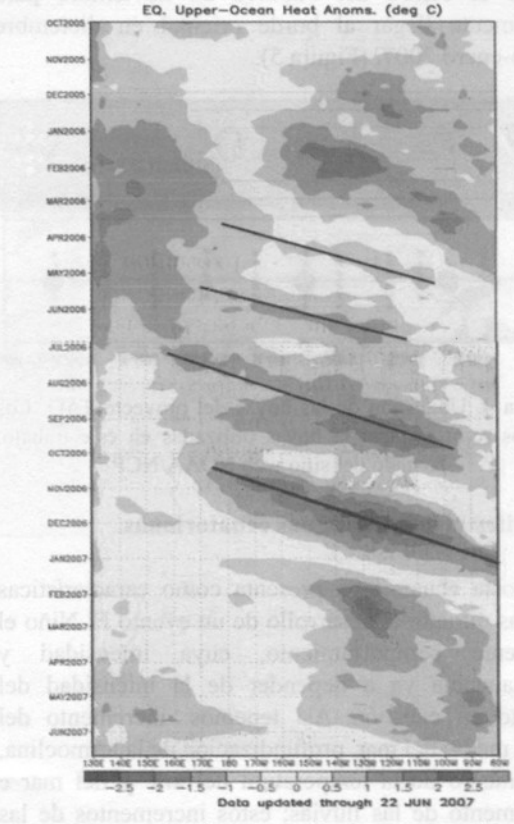


Figura 2. Anomalía del Contenido de Calor en el Pacífico (ºC). Tomado del sitio web NOAA/NCP

AL revisar el contenido de calor en los primeros 300m del Pacifico ecuatorial se observa el incremento de calor a partir de abril de 2006 y la rápida caída en enero de 2007, esta distribución del calor esta muy de acorde con la generación y propagación de ondas ecuatorial en el Pacífico y que generaron su impacto en la distribución vertical de la temperatura del mar y en el incremento del nivel del mar frente a las costas del Ecuador. (Figura 3).

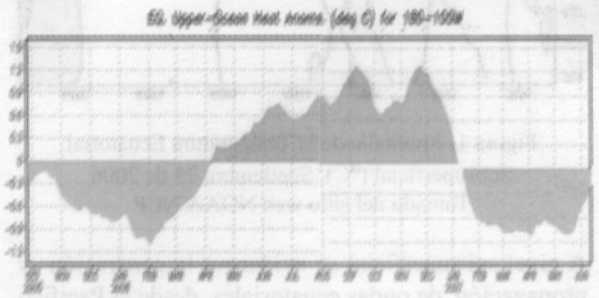


Figura 3. Anomalía del Contenido de Calor en la capa superior del Pacífico (°C). Tomado del sitio web NOAA/NCP

Al analizar la distribución de la altura dinámica en el Pacifico ecuatorial, en tres esta-ciones ubicadas en el ecuador, localizadas en 147°E, 170°E y 95°W (Figura 4), se nota que en el periodo de marzo/mayo de 2006 se había incrementado la altura dinámica en el Pacifico occidental, desplazándose este abultamiento hacia el centro del Pacifico en noviembre para finalmente llegar al borde oriental en diciembre 2006-enero 2007. (Figura 5).

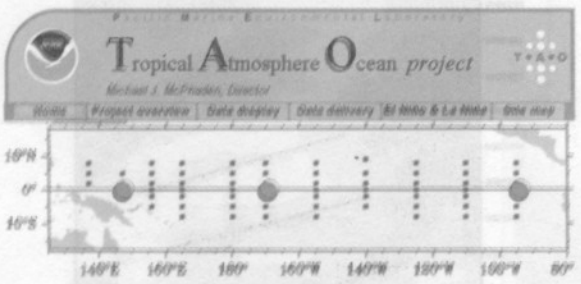


Figura 4. Ubicación de las boyas del proyecto TAO. Los puntos rojos indican la boyas utilizadas en este trabajo. Tomado del sitio web NOAA/NCP

Manifestaciones en aguas ecuatorianas.

La costa ecuatoriana presenta como características típicas durante el desarrollo de un evento El Niño el siguiente comportamiento, cuya intensidad y permanencia va a depender de la intensidad del evento en cuestión. Así tenemos: incremento del nivel medio del mar, profundización de la termoclina, incremento de la temperatura del aire y del mar e incremento de las lluvias; estos incrementos de las anomalías suelen presentarse a manera en dos de máximos valores; posterior de lo cual se inicia la etapa de debilitamiento y retorno a las condiciones normales del Pacífico ecuatoriano.

Durante el presente evento del 2006-07 se podría decir que se dieron todos estos procesos característicos, con excepción del incremento de las lluvias, que salvo por esporádicos episodios de lluvias, estas estuvieron ausentes durante una buena parte de este evento cálido, debido a la acción del Anticiclón del Sur (Boletín del Comité Nacional del ERFEN, febrero 2007), que mostró un comportamiento diferente al esperado durante el desarrollo de un evento El Niño.

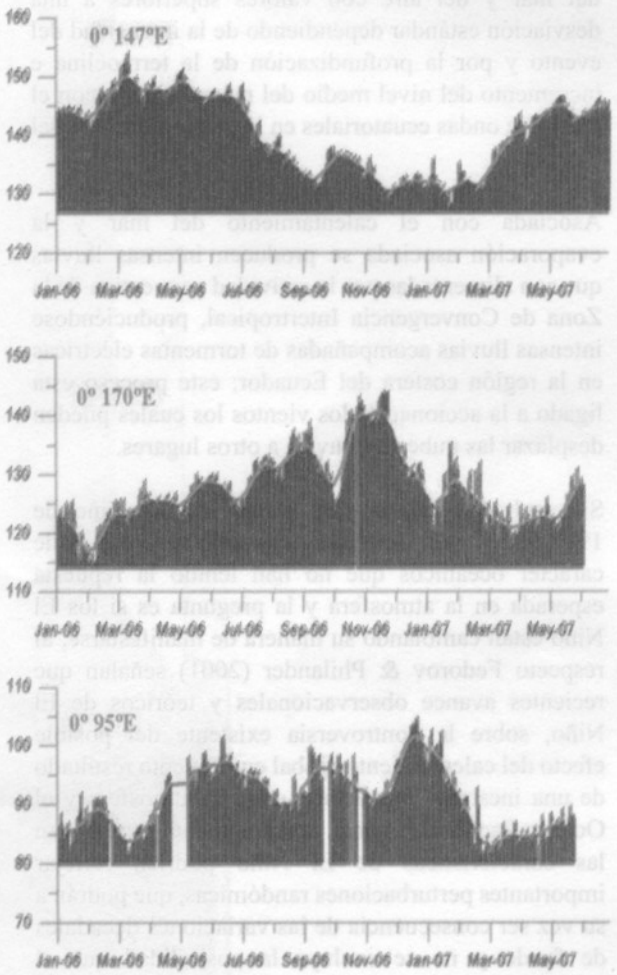


Figura 5. Altura dinámica de las estaciones ubicadas en 0° 147°E, 0° 170°E y 0° 95°W Fuente: Sitio web proyecto TAO

La distribución de la temperatura del mar y del aire en las estaciones costeras del INOCAR, muestran un incremento de las anomalías durante el último trimestre de 2006, posteriormente se observa una serie de oscilaciones alrededor de su media hasta mayo de 2007 cuando se presentan de manera más evidentes anomalías negativas tanto para el mar como para el aire. (Figuras 6 y 7).

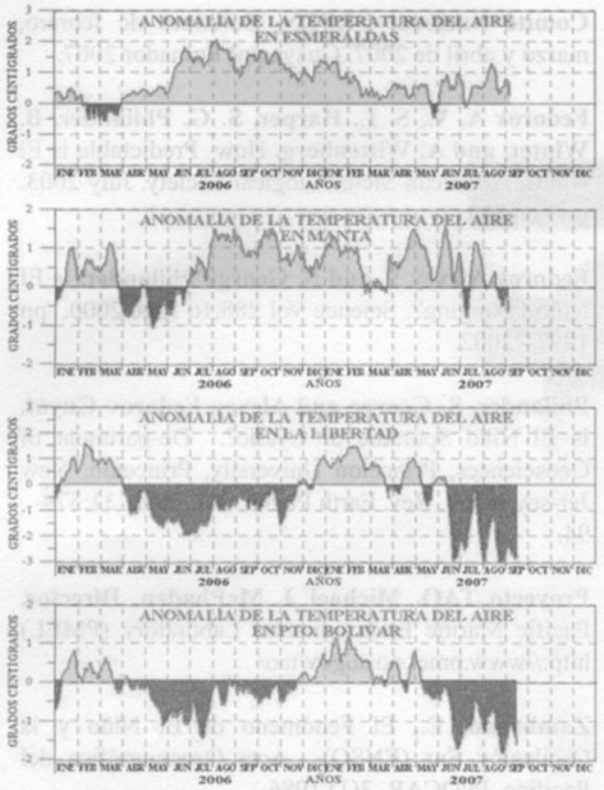


Figura 6. Anomalía de la Temperatura del aire en las estaciones costeras de la red del INOCAR.
Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada

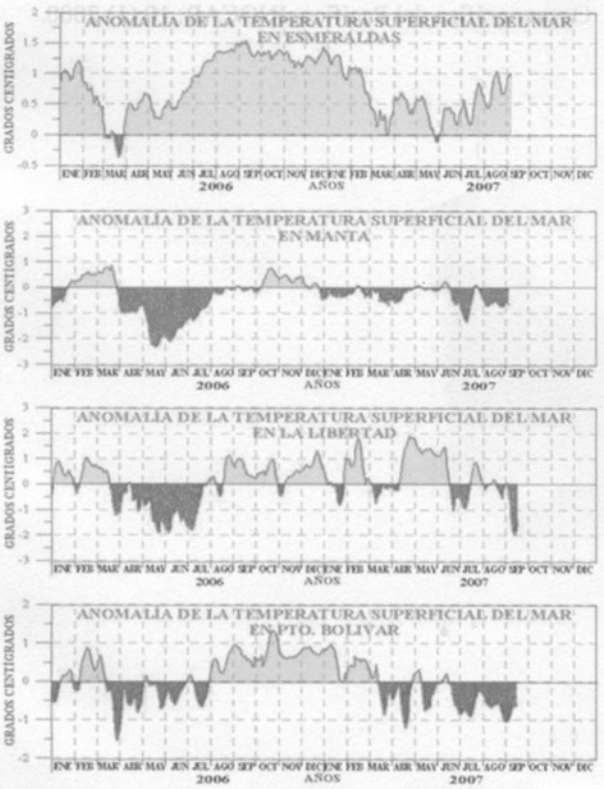


Figura 7. Anomalía de la Temperatura Superficial del mar en las estaciones costeras de la red del INOCAR.
Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada

En cuanto al nivel del mar en la estación costera de La Libertad se aprecia el incremento de sus anomalías así como los dos máximos característicos de un evento El Niño frente a costas ecuatorianas.

Es de notar que estos máximos valores coinciden con los máximos valores de calor mostrados en la figura 3 denotando cierta correlación (Figura 8).



Figura 8. Anomalía del Nivel Medio del Mar en la estación de La Libertad.
Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada

En cuanto a la profundización de las isotermas las estaciones costeras de La Libertad y Manta registran esta profundización asociadas al arribo de ondas ecuatoriales a la región, exhibiendo las máximas profundizaciones durante los meses de octubre 2006 y enero 2007. (Figura 9).

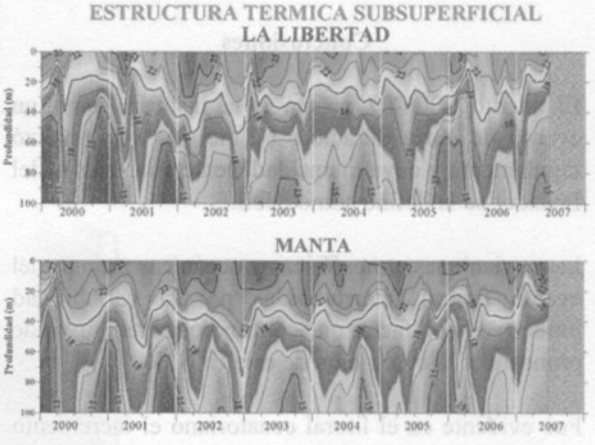


Figura 6. Estructura termal; de las estaciones de La Libertad y Manta.
Fuente: Instituto Oceanográfico de la Armada

Posterior a la primera quincena de enero 2007, se inicia un rápido proceso de retorno a condiciones normales de las aguas del Pacífico ecuatoriano tal como se aprecia en la figura 8 correspondiente a la anomalía del nivel del mar en La Libertad.

Este proceso se inicia en primer lugar junto a la costa del Pacífico Sudeste y posteriormente se propaga hacia la región central del Pacífico ecuatorial, hasta que en agosto de 20007 el enfriamiento era generalizado en todo la región ecuatorial del océano Pacífico. (Figura 10).

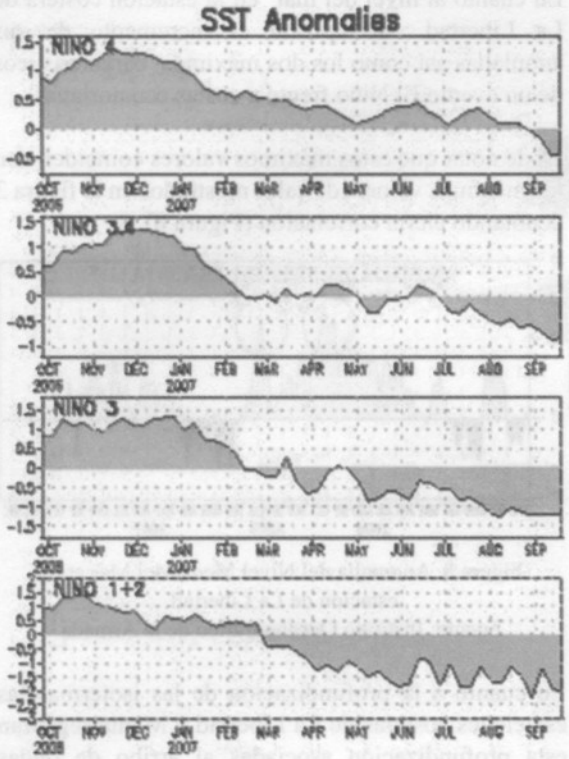


Figura 10. Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar en las regiones Niño
Fuente: Sitio Web NOAA/NCP

Conclusiones

El evento 2006-07 pasará a la historia como un evento de corta duración, (7 meses), que finalizó rápidamente y cuya intensidad frente a las costas del Ecuador se la define como débil.

Las variaciones atmosféricas y oceánicas propias del evento fueron interrumpidas por la variabilidad intraestacional, factor que confundió las tentativas de pronosticar la evolu-ción de este El Niño.

Fue evidente en el litoral ecuatoriano el incremento moderado de las anomalías de la temperatura del aire y de la superficie del mar así como del nivel del mar. Sin embargo las lluvias en general durante todo el episodio cálido fueron deficitarias; no se dio el exceso esperado, salvo un episodio que se presentó durante marzo de 2007, cuando las lluvias excedieron en 250% a la cantidad del acumulado normal del mes.

Bibliografía

Climate Prediction Center. NOAA/CPC, El Niño-Southern Oscillation.
http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products.

Comité Nacional ERFEN. Boletines de febrero, marzo y abril de 2007. Guayaquil Ec-uador 2007.

Fedorov A. V., S. L. Harper, S. G. Philander, B. Winter, and A. Wittenberg. How Predictable is El Niño?. American Meteorological Society. July 2003. pp 911-919.

Fedorov Alexey V. and S. George Philander. Is El Niño Changing?. Science Vol 288,16 June 2000. pp 1997 - 2002.

Philander, S. George and Alexey Fedorov Guyot. Is El Niño Sporadic or Cyclic?. De-partment of Geosciences, Princeton University, Princeton, New Jer-sey. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 2003. 31:579-94.

Proyecto TAO. Michael J. McPhaden, Director. Pacific Marine Environmental Laboratory (PMEL) http://www.pmel.noaa.gov/tao/

Zambrano, E., El Fenómeno de El Niño y la Oscilación Sur (ENSO). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 3(1) 1986.

Zambrano, E., R. Martínez G. y J. Garcés-Vargas. Variabilidad oceanográfica en el Ecuador asociada con el evento ENSO 1997 –1998. Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR. 10 (1) 2000.

INICIO, DURACIÓN Y TÉRMINO DE LA ESTACIÓN LLUVIOSA EN CINCO LOCALIDADES DE LA COSTA ECUATORIANA

Por: Freddy Hernández [1]
Eduardo Zambrano [1]

Resumen

El parámetro que marca el cambio de estación climática en el Ecuador es la precipitación, la cual al principio o fin de la estación lluviosa no es continua, este trabajo define el inicio, duración y término de la estación lluviosa en cinco localidades de la costa ecuatoriana ubicadas en la costa centro y costa sur del Ecuador, datos diarios de precipitación del Sistema de Información Hidrográfica y Oceanográfica del INOCAR son analizados en promedio desde 1975 hasta 2005, el criterio para definir inicio y duración de estación lluviosa se basa en un análisis de pentadas, una adaptación a la metodología propuesta por Alfaro (1998), si al menos hay presencia de lluvias por 3 pentadas consecutivas, se marca como inicio de estación lluviosa, si no se registra precipitaciones en 3 pentadas seguidas se define como fin de estación lluviosa atribuible al mes de abril. Los resultados muestran una regularidad en las fechas de inicio, fin y duración de estación lluviosa siendo influenciado por la Variabilidad El Niño-a, como conclusión principal en Guayaquil a partir del año 2000 se encuentra un retrazo en el inicio de la estación lluviosa, manteniendo el promedio de fin de estación.

Abstract

The parameter that remarks the change of the climatic season in Ecuador is precipitation, which at the beginning or end is not continuous; this work defines the beginning, duration, and end of the rainy season in five towns of the Ecuadorian coast, located along the central and southern coast. Daily precipitation data obtained from the Hydrographic and Oceanographic Information System of INOCAR is analyzed since 1975 until 2005. The criterion to define the beginning and duration of the rainy season is based on the analysis of pentads. This is an adaptation of the methodology proposed by Alfaro (1998). If at least, are rains during three consecutive pentads, the date is marked as the begin of the rainy season; if there are no registries of rain in 3 consecutive pentads is defined as ending of rainy season, normally expected to be in April. Results show a regularity in the beginning, end, and duration dates being affected from time to time by the variability of El Niño-a. As main conclusion, In Guayaquil since 2000 is found a delay in the beginning of the rainy season, keeping the average in the date of end of the season.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador, spondylus2@inocar.mil.ec * nino@inocar.mil.ec

Introducción

Las estaciones del año guardan relación directa con la cantidad de energía recibida por el sol, ésta cantidad no es igual en todas la superficie de la tierra debido a que el eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto al plano de su órbita; entonces el ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en diferente forma para ambos hemisferios, por ejemplo el hemisferio norte es más cálido que el Hemisferio Sur durante los meses de junio, julio y agosto, porque recibe más energía solar, y recíprocamente, durante los meses de diciembre, enero y febrero, el hemisferio sur recibe más energía solar que el similar del Norte y, por lo tanto, se torna más cálido.

Debido a su posición geográfica y a la diversidad de alturas impuesta por la cordillera de los Andes, el Ecuador presenta una gran variedad de climas y cambios considerables a cortas distancias. Nuestro país está ubicado dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas donde se sitúa la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), por esta razón, ciertas áreas del Ecuador reciben la influencia alternativa de masas de aire con diferentes características de temperatura y humedad. INAMHI, sitio Web.

Silva (1992), muestra que el clima costero es una respuesta a las condiciones oceánicas que predominan en el océano pacifico ecuatorial y a la migración de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT); Cornejo, (1999) anota que se ha establecido en el Ecuador la presencia de dos estaciones en la zona costera: una seca de mayo a noviembre y una lluviosa de diciembre a Abril, Hernández (2006) siguiendo la metodología de los diagramas ombrotérmicos encontró que Manta, La Libertad, Guayaquil, Puná y Pto. Bolívar tiene el mismo comportamiento y no tienen meses ecológicamente secos desde diciembre a abril.

Es muy común escuchar en nuestro país la existencia de estaciones climáticas como invierno y verano, que no ocurren al mismo tiempo en todo el Ecuador por estar atravesado por la línea ecuatorial, debiendo ser estación seca: bajas de temperatura del aire, y ausencia de precipitación y estación humedad, de elevadas temperaturas del aire acompañadas de precipitación.

El objetivo de este trabajo es llegar a definir el inicio, término y duración de la estación lluviosa, mediante el análisis de datos de precipitación a fin de usar los resultados como fechas atribuibles a los cambios de estación climática presentes en la costa ecuatoriana.

Materiales y Método

Datos diarios de precipitación provenientes del Sistema de Información Hidrográfica y Oceanográfica (SIHO) del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) fueron utilizados en este trabajo, en la Figura No. 1 se observa la ubicación geográfica de las estaciones de estudio, Manta (E1), La Libertad (E2) y Guayaquil (E3). Puná (E4) y Pto. Bolívar (E5), en el periodo 1975 a 2005, para la E1, E2 y E4; (E3) el periodo cambia de 1962 a 2005, y en Puná (E5) el periodo es de 1978 a 2005.

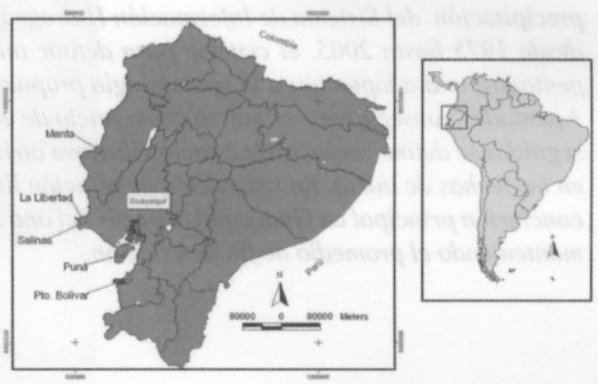


Figura 1. Ubicación de las estaciones meteorológicas

Para calcular el inicio de la estación lluviosa, se usó una modificación del método Alfaro et al (1998 y 1999). Primero, el conjunto de datos de acumulados diarios fue reducido a pentadas (precipitación acumulada durante 5 días) para filtrar variaciones de escala sinóptica aproximadamente.

El primer día del año que se usó para producir las pentadas fue el 1° de diciembre. No se tomó en cuenta el día 29 de febrero de los años bisiestos, por lo que se obtuvo siempre 73 pentadas por año.

El criterio para el cálculo del inicio de la estación lluviosa o IELL (típicamente entre diciembre y enero) fue el siguiente: Se considera que la estación lluviosa se ha iniciado cuando una pentada presenta un valor de N mm o más (N /5 mm/día) de lluvia, al menos una de las dos pentadas siguientes (en orden creciente) también presenta(n) un valor de N mm o más de lluvia y que las pentadas anterior y posterior a esta última, tengan más de 0.5 mm de lluvia acumulada. Lo anterior se puede escribir como t = IELL sí

$$x(t) \geq N \text{ mm y } x(t+1) \geq N \text{ mm y } x(t+2) > 0.6 \text{ mm} \quad (1)$$

Donde x(t) es la precipitación acumulada en la pentada t, con $1<t<73$

Para el cálculo del término de la estación lluviosa, o TELL (típicamente entre abril y mayo), el proceso de revisión fue casi idéntico al anterior pero las pentadas fueron revisadas en orden decreciente; es decir, de la 73 hacia la 1, una ausencia de lluvias durante una pentada, puede no-significar que la estación lluviosa terminó. El criterio utilizado para el TELL es el siguiente:

$$x(73\text{-}t) \geq N \text{ mm y } x(72\text{-}t) \geq N \text{ mm y } x(71\text{-}t) > 0.5 \text{ mm} \quad (2)$$

Si se cumple con el criterio **(2)**, entonces se escoge 74-t como la pentada de término de la lluviosa o TELL. De los cálculos anteriores, se obtuvieron dos series de tiempo anuales por estación, una del IELL y la otra del TELL, se procedió a obtener la diferencia, DELL = TELL-IELL, la que puede considerarse como un valor estimado de la duración de la estación lluviosa DELL para ese año.

El valor N es el 10% del acumulado de las precipitaciones anual, es diferente para cada año y cada estación y con el cual se hacen los cálculos de IELL, TELL y DELL, la definición de IELL, TELL, DELL no aplica a las estaciones al norte de la costa del Ecuador por cuanto son localidades con presencia de lluvias durante todo el año, Hernández (2006).

Resultados

En las Figuras 2, 3, 4, 5 y 6, se muestra la distribución de la precipitación en el tiempo para cada localidad, así como los puntos que corresponden a IELL y TELL, en los años El Niño (1982-1983, 1997-1998) no se muestran éstos puntos debido a la "unión" de una estación lluviosa con la siguiente.

Para Manta, Figura 2, el IELL en promedio se encuentra en la pentada que corresponde al 5 de enero, y el promedio TELL corresponde al 6-abril.

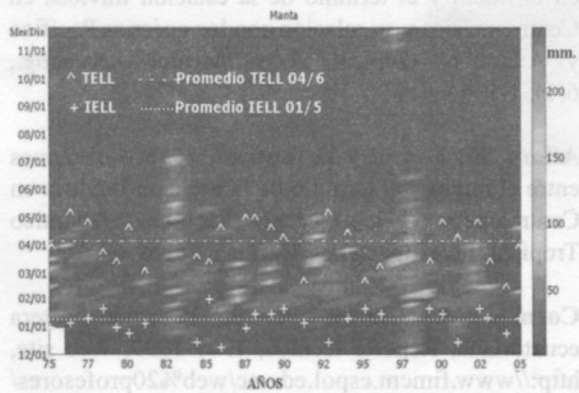


Figura 2. Manta, Distribución de la precipitación con el tiempo, IELL, TELL

En la Libertad, Figura 3, la distribución de las precipitaciones es dispersa, lo que significa que una vez que empiezan las lluvias no mantienen su constancia registrando saltos y lloviendo aisladamente. El IELL en promedio se encuentra en la pentada que corresponde al 30 de enero, y el promedio TELL corresponde al 6-abril

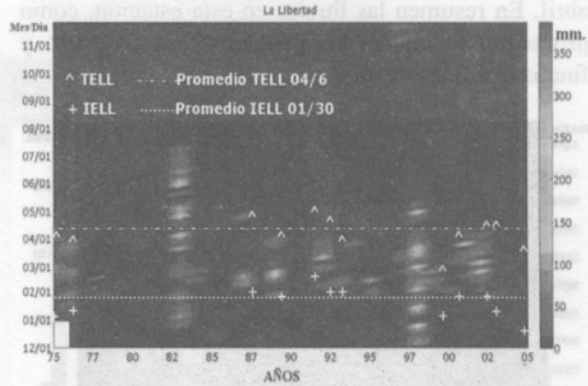


Figura 3. La Libertad, Distribución de la precipitación con el tiempo, IELL, TELL

En Guayaquil, Figura 4, el registro de precipitación es constante e intenso, influenciado por la Variabilidad El Niño/La Niña, la diferencia entre Guayaquil con Manta y la Libertad es que Guayaquil no es ciudad costera y se encuentra en el estuario interior del Golfo de Guayaquil manteniendo similaridad con Puná y Pto. Bolívar que también se encuentran el Golfo de Guayaquil, en promedio el IELL se ubicó en la pentada que corresponde al 16-Dic y el TELL al 30-abril, se observa un "retrazo" en el IELL luego del año 2000 percibiendo la continuidad de lluvias casi al finalizar el mes de enero y los primeros días de febrero.

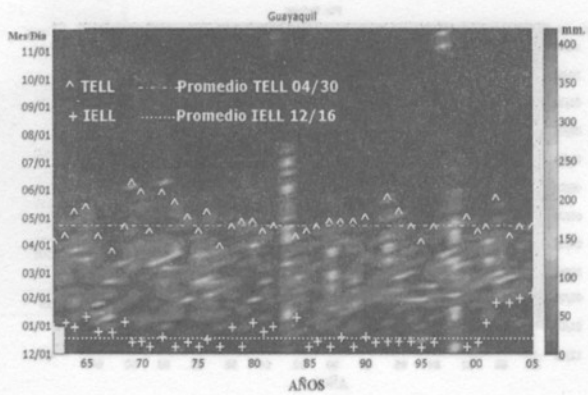


Figura 4. Guayaquil, Distribución de la precipitación con el tiempo, IELL, TELL

En Puna, Figura 5, la distribución de las precipitaciones es regular, donde se aprecia en el ciclo de inicio de las lluvias (IELL) una estacionalidad de aproximadamente 10 años, que nos

lleva a pensar que ésta estación estría recibiendo cierta influencia de la oscilación decadal del Pacífico.

En cuanto al término de las lluvias (TELL), no se aprecia mayores oscilaciones, debiendo notar que a partir del año 2000 el periodo de lluvias en esta estación finaliza temprano, en los primeros días de abril. En resumen las lluvias en esta estación, como promedio, se inician los primeros días de enero y finalizan a fines de abril.

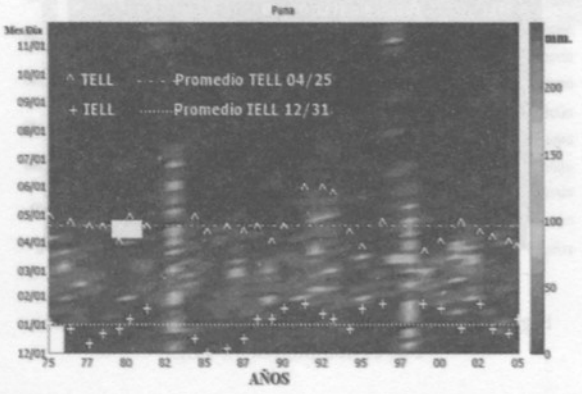


Figura 5. Puná, Distribución de la precipitación con el tiempo, IELL, TELL

La distribución de las lluvias en Pto. Bolívar, Figura 6, al igual que en la estación de Puna, se observa cierta oscilación decadal en el ciclo de inicio de las lluvias (IELL).

En cuanto al término de las lluvias (TELL), no se aprecia mayores oscilaciones, debiendo. Resumiendo las lluvias en esta estación, como promedio, se inician los primeros días de enero y finalizan a fines de abril.

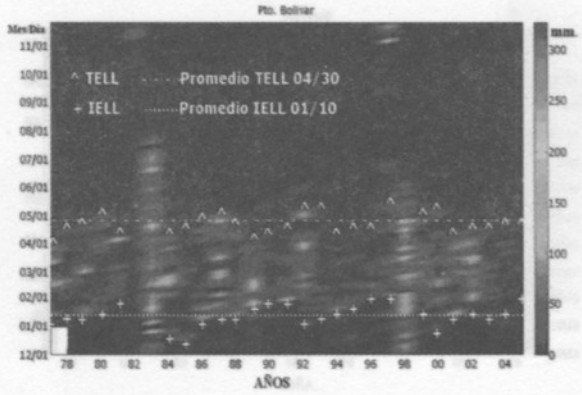


Figura 6. Puerto Bolívar, Distribución de la precipitación con el tiempo, IELL, TELL

El promedio de IELL, TELL y DELL se muestra en la Tabla No.1, las fechas podrían atribuirse como puntos de referencia para definir cambios de época de lluvias a seca o viceversa.

	IELL	TELL	DELL (días)
Manta	5-Ene	6-Abril	90
La Libertad	30- Ene	6-Abril	65
Guayaquil	16- Dic	30-Abril	135
Puná	31- Dic	25-Abril	120
Pto. Bolívar	10- Ene	30-Abril	100

Tabla 1. Promedio inicio, fin y duración de la estación lluviosa

Conclusiones

Los parámetros definidos en este trabajo IELL, TELL y DELL son afectados por la variabilidad Interanual El Niño La Niña haciendo que se junten dos estaciones lluviosas en los años Niños ejemplo 1982-1983 y 1997-1998.

La precipitación mantiene una distribución similar en las estaciones que se encuentran en el Golfo de Guayaquil, Guayaquil-Puná-Pto. Bolívar, el IELL se encuentra entre el 16-Diciembre y el 10-Enero.

En la estación La Libertad, aun habiendo filtrado la variación signótica con el método de las pentadas, se observa que una vez empezada las lluvias las mismas sufren diversas "paras", por lo que el criterio usado para definir a IELL y TELL no se aplica en varios años en esta estación.

En las estaciones Puná y Pto. Bolívar se puede inferir una oscilación decadal que está afectando a las series de IELL pero no a las de TELL.

Bibliografía

Alfaro, E. y L. Cid, 1999. Análisis de las anomalías en el inicio y el término de la estación lluviosa en Centroamérica y su relación con los océanos Pacífico y Atlántico Tropical. Tóp. Meteor. Oceanog., 6(1), 1-13.

Alfaro, E., L. Cid y D. Enfield, 1998. Relaciones entre el inicio y el término de la estación lluviosa en Centroamérica y los Océanos Pacífico y Atlántico Tropical. Investigaciones Marinas, 26, 59-69.

Cornejo M., Climatología de la zona costera ecuatoriana, Reporte técnico, 1989-1999, Web site, http://www.fimcm.espol.edu.ec/web%20profesores/MPC-web/Html/CZCE.htm, Febrero 2006

Hernández F., 2006. Análisis de la variabilidad climática de costa ecuatoriana durante el periodo

1949-2004. Tesis de Grado Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

INAMHI, Características generales del clima en el Ecuador, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador, Web site http://www.inamhi.gov.ec

Silva G., (1992) Análisis de la variabilidad climática de la zona costera ecuatoriana utilizando componentes principales. Tesis de Grado Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Escuela Superior Politécnica del Litoral.

DISTRIBUCIÓN DE LAS CORRIENTES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES EN LA CALETA AEOLIAN-ISLA BALTRA

Por: Miriam Lucero [1]
Magda Mindiola [1]

Resumen

Con el objeto de determinar el patrón de circulación en la Caleta AEOLIAN, en septiembre del 2006 se realizaron mediciones de corrientes a nivel superficial y subsuperficial, periodo correspondiente a una época seca (verano), durante este periodo se realizaron mediciones de perfiles de corrientes utilizando un correntómetro perfilador ADCP WHS300 y de manera adicional se realizaron mediciones de corrientes superficiales para lo cual se utilizaron flotadores a la deriva. El área de estudio esta sujeta a una intensa variación, probablemente debido a la acción conjugada de los vientos, al ciclo mareal, a los efectos topográficos por la cercanía a la línea costera, con velocidades promedios de 0.21 m/s en las capas superficiales, 0.18 m/s en las capas media y 0.12 m/s en las capas profundas. Del campo de corrientes superficiales y subsuperficiales obtenido con los flotadores a la deriva, se puede apreciar que la bahía se llena (flujo) a través del extremo sur mientras que la vaciante (reflujo) se produce por el extremo norte de la bahía con magnitudes promedios de 0.10 m/s. En forma general la bahía AEOLIAN, presenta un modelo conceptual de circulación sujeta a la variabilidad en la intensidad de los afloramientos que se produce al oeste de la isla Isabela y que tiene influencia en la circulación alrededor del archipiélago.

Abstract

The circulation pattern of the Caleta AEOLIAN, was studied based on measurements of surface and subsurface currents in September 2006, period corresponding to a dry season (summer), during this time were carried out measurements currents profiles using currentmeter ADCP WHS300 and additional measurements of surface currents using drifting floats. The study area is subject to intense change, probably due to the combined action of wind, tidal cycle, the topographic effects by the proximity to the coastline, with average velocities of 0.21 m / s in surface layers, 0.18 m / s in the middle layers 0.12 m / s in the deep. The field surface and subsurface currents obtained with the drifting floats, suggested that inflow to the bay takes place at the southern, outflow through the northern of the bay, with averages velocities of about 0.10 m / s. The Caleta AEOLIAN, present a conceptual model of circulation subject to variability in intensity of upwelling occurring west of the Isabela island and exerts a strong influence on the circulation around of the archipelago.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

Las islas Galápagos constituyen uno de los mas complejos, diversos y únicos archipiélagos oceánicos del mundo que aún mantiene su ecosistema y biodiversidad sin grandes alteraciones. El clima, las corrientes marinas y su aislamiento geográfico e histórico han dado cabida a un alto grado de diversidad biológica y endemismo.

Del complejo sistema de corrientes en las Galápagos, tres son las principales: la corriente fría de Humboldt, Strub *et al.*, (1998) resumieron los procesos físicos que gobiernan la circulación de gran escala en este sistema de corrientes, la misma que se origina en la región subantártica; la corriente submarina de Cromwell o Subcorriente Ecuatorial (Lukas, 1985, Wyrtki K., 1967) que aflora cuando toca la Plataforma de Galápagos y es la responsable de la riqueza de la vida marina en Fernandina y parte occidental de Isabela; y la corriente de Panamá o del Niño que son aguas cálidas que en algunos años fluyen más de lo normal y producen el evento "El Niño". Todo este sistema de corrientes tiene influencia en el clima del área de estudio.

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 (Enfield D., 1975).

Así mismo, La circulación oceánica y costera juegan un rol muy importante en la mayoría de las propiedades físicas, químicas y biológicas del archipiélago, por su ubicación geográfica ejercen una influencia determinante en la fauna, flora y en el clima, el sistema de circulación regula la composición y la estructura de las comunidades bióticas en el Archipiélago. La isla Baltra, representa un ecosistema sumamente frágil, el mismo que podría verse afectado por las actividades diarias de distribución y abastecimiento de combustible que debe realizar tanto a embarcaciones pequeñas como a grandes buques especialmente de turismo.

Siendo esta una de la razones por lo que se vuelve imprescindible contar con un plan de contingencia que permita salvaguardar los recursos naturales y la conservación del medio marino-costero. Uno de los elementos principales para el desarrollo de estos planes de contingencia es el estudio de la circulación costera. Además es necesario contar con fuentes de datos e información ambiental que sustenten los planes, siendo necesario realizar continuos monitoreos y evaluaciones ambientales.

Area de Estudio

La isla Baltra se encuentra ubicada al norte de la isla Santa Cruz, separadas por el canal de Itabaca (Figura 1), representa un ecosistema sumamente frágil y vulnerable a una contaminación por hidrocarburos ya que en ella se realiza el abastecimiento de combustibles para toda la provincia insular a través del Terminal de PETROCOMERCIAL.

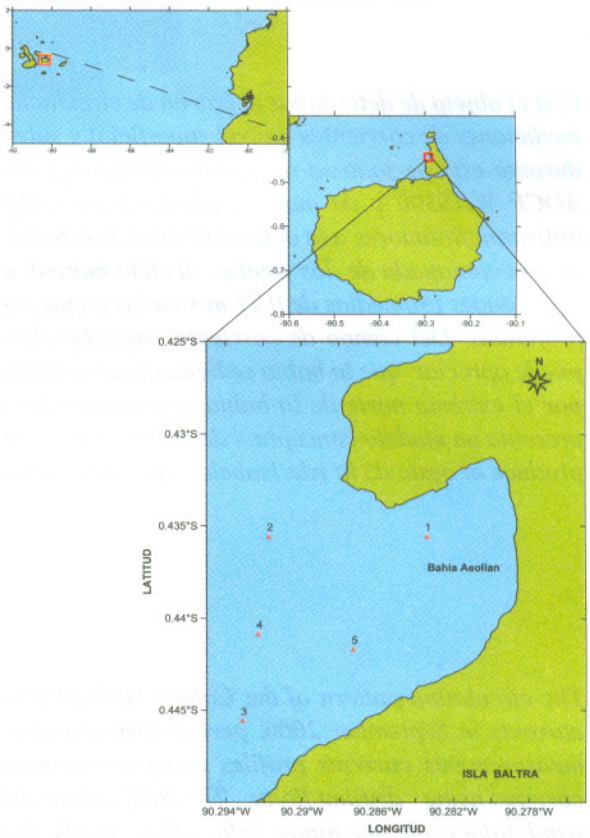


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las estaciones de perfiles de corrientes

El clima del área de estudio y de todo el archipiélago está determinado por las corrientes oceánicas y por los vientos alisios que circulan alrededor de las islas, existen dos estaciones bien diferenciadas: La estación seca-fría que cubre de mayo a diciembre, con temperatura superficial del mar que fluctúan entre los 19 y 23°C (Lucero M., 2002), la temperatura ambiental entre 19 y 26 °C y las precipitaciones son relativamente bajas lo que la caracteriza como una época seca.

La estación calida-húmeda que va desde diciembre a abril, la temperatura superficial del mar fluctúan entre los 22 y 26 °C y las del aire, entre 31 y 33 °C. meses húmedos y calurosos con precipitaciones que varían en intensidad y en tiempo y además hay mayor insolación.

Por la geomorfología que posee el área de estudio, la misma esta protegida de la acción directa del régimen de circulación oceánica, sin embargo, esta sujeta al efecto de las mareas, a la acción del viento y al sistema de corrientes costeras. En cuanto a su morfología submarina, el área específica de estudio posee profundidades que van desde los 5 hasta los 30 metros de profundidad (figura 2).

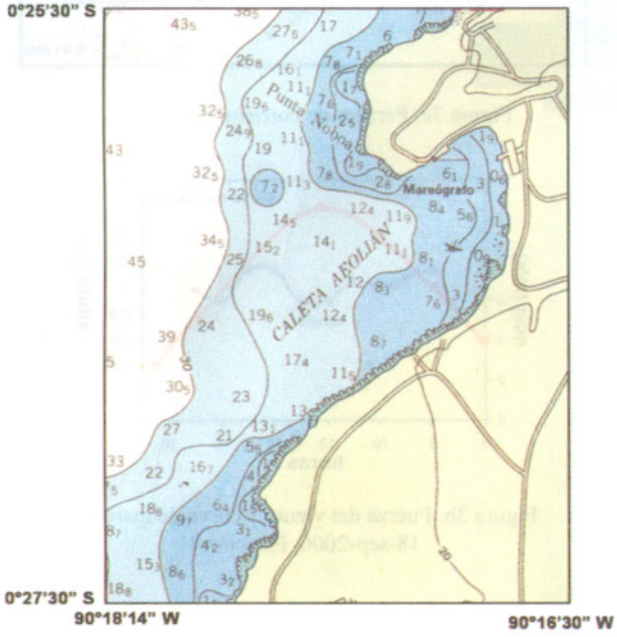


Figura 2. Batimetría del área de estudio

Materiales y Métodos

La obtención de información de corrientes se la realizó utilizando dos métodos: el método de *Euler* y el método de Lagrange.

La **Metodología de *Euler*,** fue aplicado para conocer la distribución vertical de las corrientes, para lo cual se utilizó un correntómetro perfilador acústico doppler ADCP Work Horse Sentinel (WHS300), los perfiles de corrientes fueron realizados en 5 estaciones distribuidas en toda el área de estudio (Figura 1); en cada una de las estaciones se efectuaron mediciones de magnitud y dirección de las corrientes durante un periodo de doce horas continuas, de tal forma que se obtuvieron datos en los dos estados de marea: flujo (pleamar) y reflujo (bajamar).

Las estaciones utilizadas en los perfiles de corrientes fueron ubicadas aproximadamente en los veriles de 10 y 20 m., estas mediciones fueron realizadas en un periodo de cinco días, del 18 al 22 de septiembre, fechas que corresponden a la fase de marea de Cuadratura y época seca de la región, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Periodo de Mediciones de Corrientes

Fecha	Fase de Marea
18 – 22 Septiembre de 2006	CUADRATURA ☾

Las estaciones fueron posicionadas con un GPS portátil en coordenadas geográficas y UTM, tanto el Datum SAD56 esta información se presenta solo en el Datum SAD56 (Tabla 2). El equipo fue programado para registrar datos desde la superficie hasta la profundidad de cada estación, en capas de 1 metro y en un intervalo de medición de 5 minutos.

Para el análisis de los datos, se promediaron los resultados para cada hora de medición y en cada una de las estaciones, de igual manera las capas fueron promediadas para tres niveles en la columna de agua: superficie, medio y fondo.

Tabla 2. Posición geográfica de las estaciones utilizadas en perfiles de corrientes

No. Estación	Coordenadas UTM en SAD56		Coordenadas Geográficas en SAD56	
	Norte	Este	Latitud	Longitud
Estación 1	9951806	802420	0°26'08"S	90°17'00"W
Estación 2	9951805	801492	0°26'08"S	90°17'30"W
Estación 3	9950702	801343	0°26'44"S	90°17'35"W
Estación 4	9951234	801431	0°26'27"S	90°17'32"W
Estación 5	9951116	801973	0°26'30"S	90°17'14"W

Mediante el método lagrangiano, se determinó la velocidad y dirección de las corrientes superficiales y subsuperficiales (3 metros), para tal efecto se utilizaron 6 flotadores a la deriva (veletas), con los cuales se determinó la trayectoria del flujo en el área de interés, la posición de cada flotador fue establecida utilizando un GPS MAGELLAN, a intervalos de 20 minutos.

Estas observaciones fueron realizadas durante los estados de flujo y reflujo y la posición de cada flotador fue obtenida directamente en coordenadas UTM, para el posterior cálculo de la velocidad de las corrientes, en el Datum SAD56.

Con respecto a la información de magnitud y dirección del viento, la misma fue obtenida in situ con un anemómetro manual marca Wilh Lambrecht, durante el muestreo de corrientes a intervalos de una hora.

Resultados

Perfiles de Corrientes

Los mayores rangos de velocidad observados durante este estudio se presentan en la estación 2, la misma que esta ubicada en la parte externa de la Bahía, con

magnitudes promedios de 0.21 m/s en las capas superficiales, 0.18 m/s en las capas media y 0.12 m/s en las capas profundas (figura 4a), las mismas que corresponden al estado de reflujo (figura 4b), durante el día de mediciones de la estación 2 se tuvieron vientos del sureste con magnitudes medias de 6 m/s (figura 4b).

En las estaciones 1 y 5, localizadas dentro de la bahía, las corrientes se presentan con menores rangos de velocidad, las mismas que fluctúan con un promedio de 0.03 m/s durante el estado de flujo y reflujo, en los niveles superficiales y subsuperficiales (figura 3a y 7a), de igual manera durante este día de mediciones se presentaron vientos del sur-este con magnitudes medias de 6m/s, pero su influencia es débil en estas estaciones (figura 3b y 7b).

En cuanto a las direcciones, durante el estado de flujo la mayor frecuencia es hacia el norte con oscilaciones noreste-noroeste en 4 de las 5 estaciones monitoreadas (figuras 4a, 5a, 6a 7a), excepto en la estación 1 donde la dirección predominante es hacia el sur con fluctuaciones hacia el sureste-suroeste en toda la columna de agua (figura 3a).

En la estación 3, la misma que se encuentra al sur del área de estudio se observa que las corrientes durante el flujo se dirigen al noreste principalmente en las dos capas superiores mientras que al fondo la tendencia es hacia el este, en tanto que durante el reflujo su dirección es hacia el sur en las capas superficial y media, en la de fondo es hacia el suroeste (figura 5a), los valores promedios mas altos que se observan están entre 0.11 m/s, 0.09 m/s y 0.12 m/s en las capas superficial, media y de fondo respectivamente, durante la marea de reflujo, mientras que en la marea de flujo los valores promedios son ligeramente menores, entre 0.08 m/s, 0.1 m/s y 0.11 m/s desde los niveles superficiales hasta el fondo.

En la estación 4 se observa que la corriente tiene una frecuencia hacia el norte durante el reflujo y hacia el sureste durante el flujo en la capa superficial, en la capa media se mantiene hacia el norte durante el reflujo, mientras que en el flujo se desplaza entre el noreste y sureste, en los niveles de fondo las corrientes tienen una dirección hacia el norte tanto en flujo como en reflujo con presencia de pequeños chorros hacia el sur. (Figura 6a), durante este día de mediciones se tiene un viento con una media de 6 m/s y una dirección del sureste, no se refleja la influencia de este parámetro en el régimen de circulación (figura 6b).

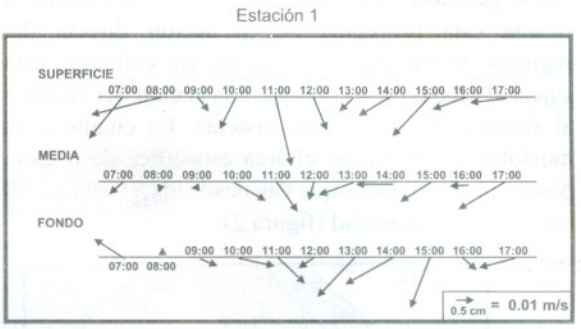


Figura 3a. Perfiles de corrientes, Estación 1

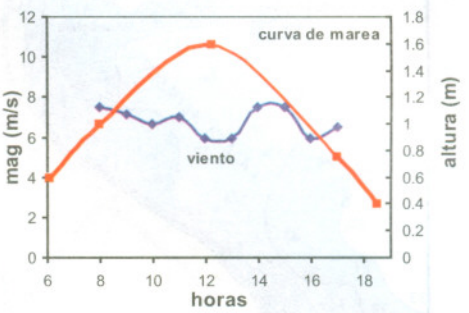


Figura 3b. Fuerza del viento y curva de marea el 18-sep-2006, Estación 1

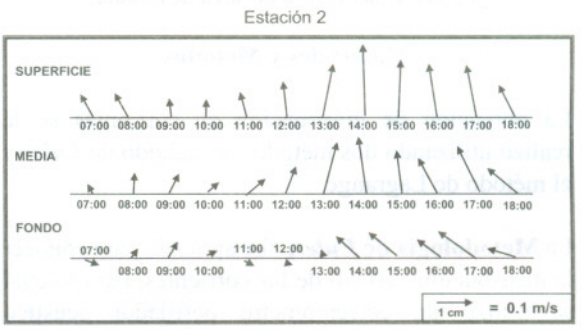


Figura 4a. Perfiles de corrientes, Estación 2

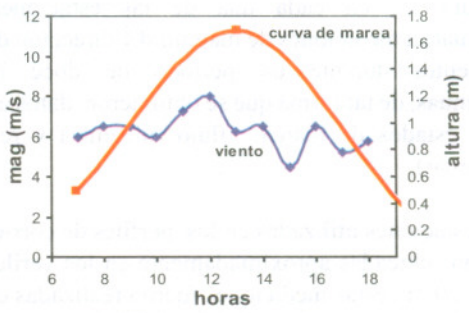


Figura 4b. Fuerza del viento y curva de marea el 19-sep-2006, Estación 2

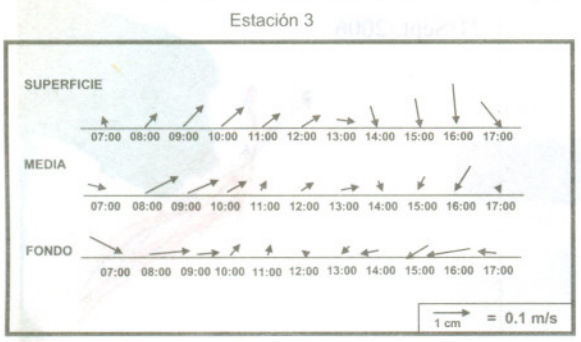


Figura 5a. Perfiles de corrientes, Estación 3

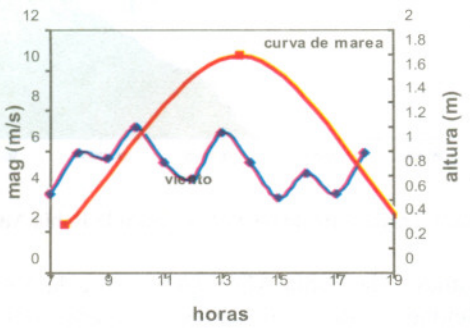


Figura 5b. Fuerza del viento y curva de marea el 20-sep-2006, Estación 3

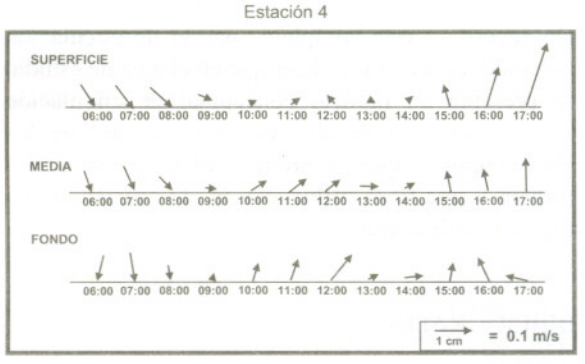


Figura 6a. Perfiles de corrientes, Estación 4

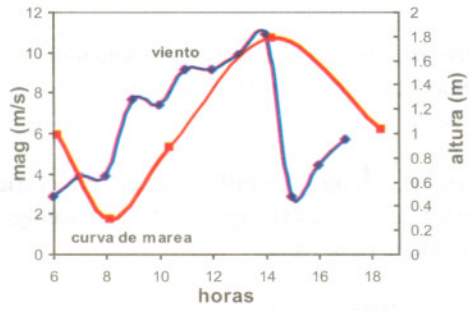


Figura 6b. Fuerza del viento y curva de marea el 21-sep-2006, Estación 4

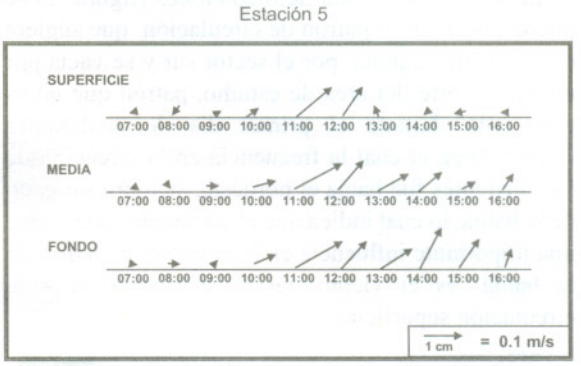


Figura 7a. Perfiles de corrientes, Estación 5

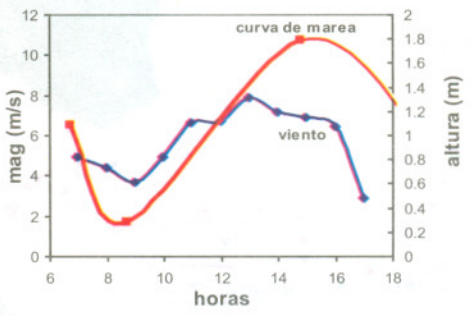


Figura 7b. Fuerza del viento y curva de marea el 22-sep-2006, Estación 5

Circulacion Superficial y Subsuperficial

Con esta metodología de medición de corrientes se tiene que las mayores velocidades se presentan durante el primer día de medición (20/Sept./06), donde alcanza magnitudes de hasta 0.29 m/s (Tabla 3), las magnitudes promedio oscilan entre 0.04 y 0.22 m/s. La trayectoria que siguen los flotadores durante este día es hacia el oeste y noroeste (figura 8).

Tabla 3. Velocidades Máximas y Promedios de los Flotadores Superficiales (S) y Subsuperficiales (P).

FECHA	FLOTADOR	V.PROMEDIO (m/s)	DIRECCION	V.MAXIMA (m/s)	DIRECCION	ESTADO DE MAREA
20-SEP-2006	S	0.14	280	0.29	278	FLUJO
	P	0.07	289	0.15	267	FLUJO
	S	0.03	285	0.13	102	REFLUJO
	P	0.01	90	0.10	318	REFLUJO
21-SEP-2006	S	0.11	309	0.21	303	FLUJO
	P	0.06	306	0.17	291	FLUJO
	S	0.05	341	0.23	297	REFLUJO
	P	0.03	334	0.18	343	REFLUJO

Durante el segundo día de mediciones, la dirección de las líneas de corrientes es hacia el noroeste, dirección en que el viento del sureste los empuja. El viento durante este día, alcanzo más de 10 m/s, soplando con fuerza durante tres horas consecutivas aproximadamente, donde la velocidad máxima de la corriente observada no superó la del día anterior obteniéndose 0.21 m/s y 0.23 m/s (Tabla 3) durante el flujo y reflujo respectivamente en la superficie.

Durante el segundo día de mediciones (figura 9) se puede observar un patrón de circulación que sugiere que la bahía se llena por el sector sur y se vacía por el sector norte del área de estudio, patrón que no es observado durante el primer día de mediciones (figura 8) en el cual la frecuencia en la dirección de las corrientes fue hacia el noroeste, siempre saliendo de la bahía, lo cual indica que el parámetro que ejerce una importante influencia en la circulación dentro de la bahía, es el viento, en lo que respecta a la circulación superficial.

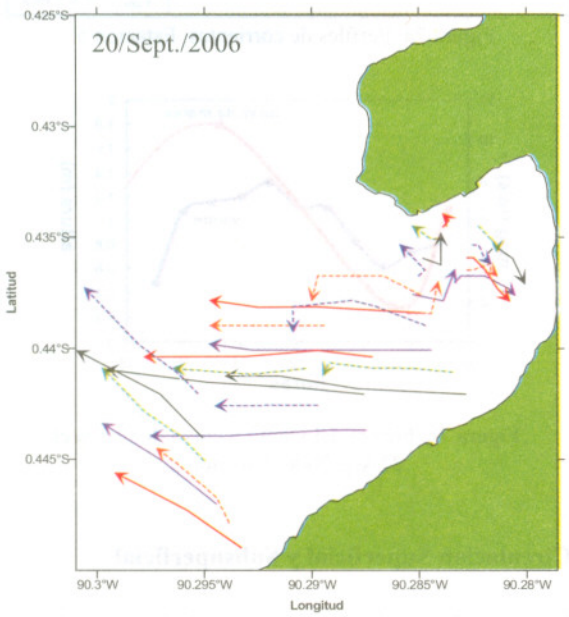


Figura 8. Trayectoria de los flotadores en la Bahía Aeolian

Conclusiones

Se estudió la Bahía AEOLIAN, sobre la base de mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales, la misma que esta sujeta a una intensa variación, probablemente debido a la acción conjugada de los vientos, al ciclo mareal, a los efectos topográficos por la cercanía a la línea costera (~500 m.) y poca profundidad (<30m.).

En forma general las magnitudes de las corrientes obtenidas durante los días de mediciones, fueron ligeramente mayores (0,21m/s), en las estaciones localizadas a la entrada de la bahía. Mientras que en las estaciones ubicadas dentro de la bahía, las magnitudes promedios fueron menores (0.03 m/s).

La bahía presenta una circulación con velocidades promedios de 0.10 m/s, con un patrón de circulación superficial que sugiere que la bahía se llena por el sector sur y se vacía por el sector norte, (figura 9), así mismo se tiene un constante equilibrio en la circulación, pues si en la superficie ingresa agua a la bahía, en las capas inferiores sale.

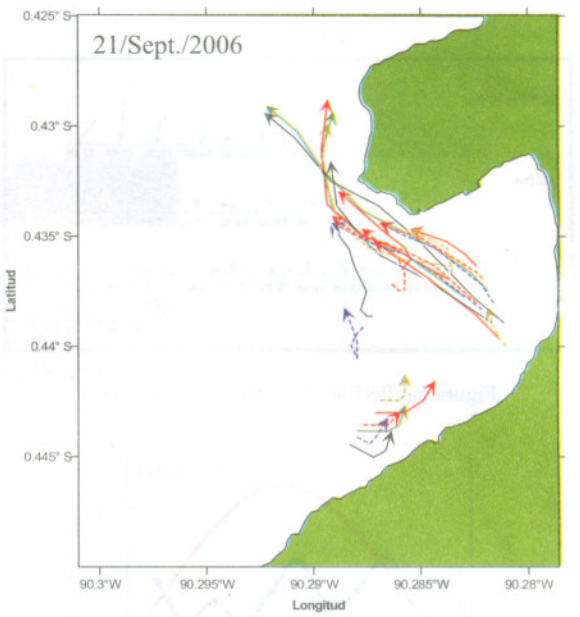


Figura 9. Trayectoria de los flotadores en la Bahía Aeolian

Se estudió la Bahía AEOLIAN, sobre la base de mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales, la misma que esta sujeta a una intensa variación, probablemente debido a la acción conjugada de los vientos, al ciclo mareal, a los efectos topográficos por la cercanía a la línea costera (~500 m.) y poca profundidad (<30m.).

De acuerdo a este complejo patrón de circulación obtenido, podríamos indicar que en el área de estudio se presenta un modelo conceptual de circulación sujeta a la variabilidad en la intensidad de los afloramientos que se produce al oeste de la isla Isabela y que tiene influencia en la circulación en todo el archipiélago.

BIBLIOGRAFÍA

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

Lucero M., 2002. Características Oceanográficas de la Región Insular. Acta Oceanográfica del Pacífico, V.11, No.1.

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

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.

Strub P, Mesias J, Montecino V & J Rutlland. 1998. Coastal ocean circulation off western South america. In: Ruben Escribano y Pamela Hidalgo "Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, norte de Chile (23° S)". Revista de Biología Marina y Oceanografía 36 (1): 43 – 60, julio de 2001

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

COMPARACIÓN DE LA TASA ANUAL DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS DE PLAYA EN LA ISLA JAMBELÍ, UTILIZANDO FORMULACIÓN SUGERIDA POR VARIOS AUTORES.

Por: Leonor Vera [1]

Resumen

En el presente trabajo se realiza una comparación de las metodologías propuestas por varios autores para el cálculo de la tasa de transporte de sedimentos en la zona playa. Se seleccionaron las fórmula más utilizadas, considerando la de CERC, que tuvo sus inicios en 1947 hasta formulaciones adaptadas en los años 90. Debido a la disponibilidad de información en la zona de Jambelí, se seleccionó este lugar para aplicar la formulación. Una vez determinados los valores con los cuatro métodos propuestos, se establecieron las diferencias y aproximaciones de los valores obtenidos.

Abstract

At the present paper is showed a comparison of proposed metodologías form several authors, for the calculation of the rate sediment transport in the beach area. It was selected four of the most often fórmula used, considering the CERC, which started in 1947, until formulations adapted in the 90's. Because the avalaibility of data, Jambelí, was selected to apply the formulation. When values were obtained, differences and approximations of the values were analyzed.

Introducción

Las playas son superficies en constante cambio, constituyen un ambiente dinámico en donde las características físicas varían en tiempo y espacio. Las condiciones climáticas del ambiente circundante, el oleaje y las corrientes longitudinales y perpendiculares a la playa producen procesos erosivos o de acreción en toda la zona litoral.

En el análisis de los procesos costeros uno de los factores que se considera es el cálculo del transporte longitudinal de arena, existiendo para tal propósito una serie de fórmulas de carácter empírico que predicen dicho transporte. Estas formulas contienen constantes de calibración probadas en ensayos de laboratorio y aplicados en diferentes playas.

Un inconveniente al aplicar una fórmula es la elección adecuada de los parámetros que intervienen en la formulación, pues por lo general se debe elegir únicamente un valor representativo para cada parámetro y en sitios muy energéticos, con mucha variabilidad estacional o local, se corre el riesgo de excluir condiciones importantes para los procesos físicos.

En Ecuador el estudio de los procesos costeros se ha realizado principalmente siguiendo la metodología indicada en el Shore Protection Manual.

En este trabajo, además de este texto se ha revisado información de publicaciones de los últimos 10 años en las cuales se utilizan formulaciones antiguas, modificadas o nuevas con el propósito de establecer comparaciones entre y definir la que mejor se adapte a la costa seleccionada.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Se realiza este estudio sin contar con información local de altura y período de olas de largo tiempo. Se utilizan como referencia observaciones de altura y dirección de olas rompientes realizadas in situ al pie de la playa de Jambelí, por períodos continuos de máximo 4 días en la época seca, en el año 2002.

Área de Estudio

Jambelí es una pequeña isla turística en la zona sur-occidental del Ecuador, provincia de El Oro, ubicada al sureste del Océano Pacífico, y que forma parte del Archipiélago de Jambelí, formado por 13 islas. La zona específica de estudio corresponde a 3 km de playa orientada en sentido casi N-S, figura 1.

La isla es una formación de arena cuyo grano medio D50 es igual a 0.48 mm y se encuentra ubicada aproximadamente a 3 m sobre el nivel del mar. El rango de mareas está entre 2 y 2.5 m La altura de ola rompiente observada en la playa, varía entre 0.16 m y 0.47 m.



Figura 1. Área de estudio

En la Isla Jambelí predominan los procesos erosivos, siendo el oleaje y los cambios en el nivel del mar los principales causantes de este problema, de tal forma que eventos anómalos, tales como El Niño o tormentas tropicales del Pacífico, ocasionan severos daños en pocas horas o días.

Metodología

Para comparar resultados de tasa de transporte de sedimentos, entre diferentes métodos de formulación, se aplican los métodos sugeridos en el CEM (Coastal Engineering Manual): Método del Flujo de Energía y Método de Corriente litoral costera. El tercer método que se aplica es el método del análisis dimensional, sugerido por Kamphius en 1986 y modificado en 1991.

Método del flujo de energía:

Este método, basado en la energía de la ola tiene sus inicios en el Scripps Institute of Oceanography (1947), habiendo sufrido desde entonces una serie de modificaciones, llegando a ser conocida en la actualidad como la fórmula de CERC. Inmmam y Bagnold en 1963, basados en estudios de transporte de arenas por vientos y en ríos, sugieren el uso de una tasa de transporte de peso sumergido a lo largo de la costa en lugar de una tasa de volumen de material como se hacía hasta ese momento.

En 1970 Komar e Inman, calculan una ecuación para esta tasa de peso sumergido (Il). La fórmula de CERC establece que el Il es proporcional al flujo de energía de la ola (Pl) evaluado en la zona de rompiente:

$$I_l = KP_l = K\left(EC_g\right)_b sen\alpha_b \cos\alpha_b$$

$$E_b = \frac{\rho g H_b^2}{8}$$

$$C_{gb} = \sqrt{gd_b}\,, \quad k = {H_b}/{d_b}$$

$$C_{gb} = \left(g\frac{H_b}{k}\right)^{1/2}$$

Para la aplicación de la fórmula de CERC, se han considerado 2 valores para K; el recomendado por Komar e Inman (K= 0.77), por ser el de uso más generalizado en trabajos de investigación,; y el coeficiente K propuesto por Del Valle, Medina y Losada (1993), en donde K decrece con el incremento del diámetro del sedimento (D50):

$$K = 1.4e^{(-2.5D_{50})}$$

Para la aplicación de ambas formulaciones, se utiliza como Hb, el parámetro estadístico de altura Hrms, que se relaciona con Hs mediante la relación:

$$Hs = 1.41Hrms$$

En términos de volumen la ecuación de CERC se expresa:

ECUACIÓN 1

$$Q_l = K\left(\frac{\rho\sqrt{g}}{16k^{\frac{1}{2}}(\rho_s - \rho)(1-n)}\right) H_b^{5/2} sen(2\alpha_b)$$

donde ρ, densidad del agua de mar
ρs, densidad de la arena
n, coeficiente de porosidad
α, ángulo de rompiente
k. índice de rompiente

Método de la corriente litoral:

La fórmula propuesta por Walton en 1980-1982, usando el modelo de Longuet-Higgins propone la siguiente formulación para el flujo de energía a lo largo de la costa:

$$P_l = \frac{\rho g H_b W V_l C_f}{\left(\frac{5\pi}{2}\right)\left(\frac{V}{V_o}\right)}$$

donde: W, es el ancho de la zona de surf
V_l es la velocidad de la corriente medida en un punto de la zona de surf
C_f , es un coeficiente de fricción dependiente del número de Reynolds y de la rugosidad del fondo
V_o es la velocidad en la zona rompiente para casos de mezcla no lateral.
Para la resolución de la ecuación, se utiliza una distribución recomendada por Longuet-Higgins:

$$\frac{V}{V_o} = 0.2\left(\frac{Y}{W}\right) - 0.714\left(\frac{Y}{W}\right)\ln\left(\frac{Y}{W}\right)$$

donde, Y es la distancia desde la línea de costa hasta la corriente medida
V/V_o es la velocidad de la corriente litoral adimensional de Longuet-Higgins para un coeficiente de mezcla igual a 0.4.
Se elige un C_f igual a 0.01.

Una vez resuelta la ecuación, se utiliza la ecuación general de Q, para calcular la tasa de transporte litoral:

$$Q = KP_l / [(\rho - \rho_s) g (1 - a)] \quad \text{ECUACIÓN 2}$$

Método del Análisis dimensional:

Kamphius en 1991, luego de una serie de experimentos propone la siguiente fórmula:

$$Q_l = 2.27 / [(\rho_s - \rho) a'] H_b^2 T_p^{1.5} i^{0.75} D_{50}^{-0.25} sen^{0.6}(2\alpha_b) \quad \text{ECUACIÓN 3}$$

Donde i es pendiente de playa y D_{50} es el diámetro medio.

En la tabla 1, se presentan los valores utilizados para la obtención de valores con cada formulación, los cuales corresponden a constantes comúnmente utilizadas en el cálculo del transporte de sedimentos y recomendadas en los textos y a información recopilada en la zona.

Para efectos del cálculo anual de la tasa de transporte de sedimentos se ha considerado que el ángulo de incidencia considerado, ocurre el 80 % de veces.

Método del flujo de energía	
K (constante de Komar& Innman)	0.77
K (con D50 de 0.48 mm)	0.422
ρ (Kg/m3)	1 025
g (m/s2)	9.8
H_b(Hrms)(m)	0.29
$\alpha_{b\ (grados)}$	20º
ρ_s *(Kg/m3)*	2650
k (índice de rompiente)	0.78
n=1-a	0.4
d_b (m)	0.29
W (m)	26.5
Vl	0.142
X (m)	15.4
I(grados)	10

Tabla 1. Valores utilizados en la aplicación de la formulación sugerida

Con los valores referenciales de la tabla 1, se realizan los cálculos y se obtiene un valor para cada formulación.

Resultados y Discusión

Para la aplicación de la formulación presentada, se han usado valores promedios de los parámetros requeridos, los cuales fueron recopilados durante 4 días de observación en el mes de septiembre del 2002, representativo de la época seca.

Ecuación	Tasa anual de transporte
Ecuación de CERC con K constante (E1)	131 708.936 m3/año
Ecuación de CERC con K variable (E2)	72 183.276 m3/año
Ecuación Walton (E3)	102 742.828 m3/año
Ecuación de Kamphius (E4)	101 596.5408 m3/año

Tabla 2. Tasa de transporte anual de sedimentos de acuerdo a las formulaciones propuestas

Los resultados obtenidos, tabla 2, indican que la ecuación presentada por CERC con K constante, es la que genera el mayor valor rango y además se muestra la importancia del valor de K seleccionado, de tal forma que la diferencia entre ambas aplicaciones de la ecuación 1 (con K= 0.77 y K= 0.422) es de 54 %. La relación entre la Ecuación 1 y las otras formulaciones se muestran en la tabla 3.

Relación E1/otras ecuaciones	% de relación
Con E2	54.80514701
Con E3	78.00748463
Con E4	77.13716616

Tabla 3. Relaciones entre la fórmula de CERC y las otras formulaciones

Conclusiones

Por el carácter empírico de las formulaciones desarrolladas en ensayos de laboratorio especialmente, la variabilidad de los resultados es indiscutible.

Los valores obtenidos para el transporte de sedimentos son referenciales, considerando que se han utilizado parámetros de una sola época del año y sin contar con una serie tiempo de datos de largo período, especialmente de altura y dirección de olas.

De acuerdo a la información con la que se ha trabajado se obtiene que el transporte de sedimentos en Jambelí tiene dirección norte, sin embargo la carencia de información estacional no permite definir variaciones de la tasa de transporte anual.

Al igual que en este documento, estudios anteriores indican que la fórmula de CERC, sobredimensiona la tasa de transporte anual, por lo que en el manual del CEM y varios autores recomiendan su uso, pero con valores inferiores a 0.77.

La formula de CERC, ha sido una de las más utilizadas para el cálculo de transporte de sedimentos, tanto en trabajos desarrollados en el país como en otras partes del mundo. A partir de esta formulación se han desarrollado nuevas investigaciones para mejorarla o adaptarla a un medio determinado, dependiendo de la zona que se requiera estudiar.

Es recomendable continuar aplicando el método de CERC, pero siempre, de manera paralela se debería aplicar un método alternativo con el propósito de comparar resultados, dada la naturaleza experimental de las ecuaciones. La formula sugerida por Kamphius se adapta bastante bien a la información comúnmente disponible.

Bibliografía

Programa de Manejo de Recursos Costeros, 2001. Análisis de los perfiles de Playa Medidos en la Isla Jambelí, Informe Técnico. Guayaquil.

Programa de Manejo de Recursos Costeros, 2001. Plan de Ordenamiento Físico Territorial De la Isla Jambelí, Santa Rosa – El Oro,

Larangeiro, S. and Oliveira F. 2000. Assessment of the Longshore Sediment Transport at Buarcos Beach (West Coast of Portugal) Through different formulations.

Hass, K. and Hanes M. 2004. Processs Based Modelling of Total Longshore Sediment Transport.,

Smith E., Ebersole B. and Wang P. 2004. Dependence of Total Longshore Sediment Transport Rates on Incident Wave Paramenteres and Breaker Type.

Wang P., Ebersole B. and Smith E. 2002. Longshore Sand Transport-Initial Results form Large-Scale Sediment Transport Facility.

Impact des activités humaines sur la dynamique littorale: prélevements de sables sur le site de Pointe Serene, Senegal, 2004.

MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DETERMINAR INFLUENCIAS DEL ÍNDICE NIÑO 1+2 Y LA MJO SOBRE LAS PRECIPITACIONES EN GUAYAQUIL DURANTE ENERO-FEBRERO-MARZO Y ABRIL

LINEAR REGRESSION MODEL TO DETERMINE THE INFLUENCE OF EL NIÑO 1+2 AND MJO INDEXES OVER THE PRECIPITATION IN GUAYAQUIL DURING JANUARY-FEBRUARY-MARCH AND APRIL

Por: Juan José Nieto [1]

Resumen

Se elaboraron modelos de regresión lineal múltiple para determinar el grado de ajuste de los índices niño 1+2 y la Oscilación Madden-Julian con la precipitación acumulada en Guayaquil para enero, febrero, marzo y abril. Los modelos de correlación se construyeron por separado para cada mes con series de tiempo de 1978 al 2004 de precipitación mensual acumulada, anomalía del índice niño1+2 y el índice de la oscilación Madden-Julian en la longitud 120W, con un nivel de confianza de 95%. Se encontró que para enero, marzo y abril, el modelo de correlación lineal se ajusta con coeficientes R2 de 0.80, 0.77 y 0.82 respectivamente. Los niveles de precipitación de febrero no muestran correlación significativa con los índices, parecen responder a otros factores, presumiblemente atmosféricos. Se hicieron comparaciones entre los valores calculados a partir de los modelos y los niveles de precipitación observados de los años 2005, 2006 y 2007 a fin de determinar el grado de acierto de los pronósticos. Para efectuar las comparaciones se estimaron tres rangos en base a los terciles de la serie de tiempo de datos observados. Los rangos se definieron como bajo lo normal (tercil inferior), normal (tercil intermedio) y sobre lo normal (tercil superior). Se encontró que para abril el grado de acierto es de 100%, sin embargo en enero y marzo, los valores pronosticados mostraron un bajo nivel de acierto. El modelo de regresión encontrado puede servir como herramienta para encontrar las relaciones entre las precipitaciones, temperatura del mar y la convección atmosférica.

Palabras Clave: *Precipitación atmosférica, Circulación Atmosférica, Temperatura superficial del mar, variaciones estacionales, Análisis matemático*

Abstract

There were elaborated multiple linear regression models to determine the adjustment degree of niño1+2 and Madden-Julian Oscillation indexes with the accumulated precipitation in Guayaquil, for January, February, March, and April. The correlation models were built separately for each month with time series from 1978 to 2004 of monthly accumulated precipitation, niño 1+2 anomaly, and Madden-Julian Oscillation index for 120W, with a significance level of 95%. It was found that for January, March, and April the linear correlation adjusts with coefficients R2 of 0.80, 0.77, and 0.82 respectively. The precipitation levels for February does not showed significant correlation with the indexes, it seems to respond to other factors, presumably atmospheric.

There were made comparisons between the values calculated with the models and the observed precipitation levels of the years 2005, 2006, and 2007in order to determine the hit score of the forecast. To perform comparisons there were established three ranges based on the terciles of the observed data time series. The ranges were defined as below normal (lower tercil), normal (middle tercil), and above normal (upper tercil). It was found that for March the skill score is 100%, however, forecasted values for January and March, showed a low skill score. The regression model found may serve as a tool to find relations between precipitations, sea temperature and atmospheric convergence.

Key Words: *Atmospheric precipitations, Atmospheric circulation, Sea Surface Temperature, seasonal variations, Mathematical analysis*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

El clima en Guayaquil y en general en la costa del Ecuador está influenciado a más de los sistemas atmosféricos por las condiciones térmicas del océano pacífico circundante. La estación de lluvias en la costa se inicia en términos generales entre diciembre y enero y finaliza entre abril y mayo. Los niveles de precipitación varían de año a año, oscilando en un amplio rango, entre estaciones muy secas a estaciones muy húmedas debido especialmente a las manifestaciones de los eventos ENSO y a la influencia estacional de los sistemas atmosféricos.

Durante los eventos de la fase positiva del ENSO donde la anomalía de la temperatura del mar puede llegar hasta +4°C (Barnston, 1997) los niveles de precipitaciones alcanzan excesos de hasta 300%. Esta particularidad no se repite necesariamente durante eventos moderados o débiles, donde las precipitaciones parecen obedecer también de forma significativa a otros factores.

La temperatura del mar es monitoreada a través de varios sistemas de boyas y satélites colocadas en el océano pacífico ecuatorial, para fines de estudio, se lo ha divido en 4 regiones claramente definidas, entre la parte oriental y occidental. De la zona se tiene registros desde la década de los 50, de valores promedio mensuales observados y de anomalías. Para el presente estudio se han utilizado las anomalías medidas en la región niño1+2, delimitada entre 0-10S-90W-80W, (Fig. 1).

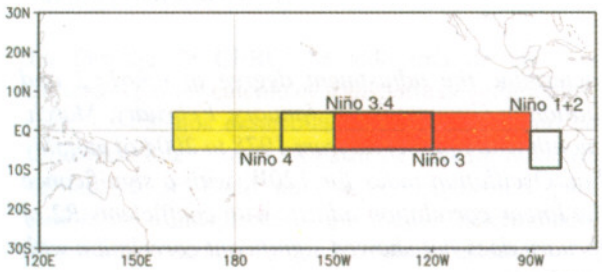


Figura 1. Regiones Niño delimitadas a lo largo del pacífico ecuatorial. Nótese al este el pequeño recuadro blanco de la región niño1+2.

Existen importantes niveles de correlación entre las precipitaciones de la costa del Ecuador y la región niño 1+2 (Hoerling, 2001), la cual explica más del 50% de la variabilidad total del régimen de precipitaciones. El resto de la varianza puede ser explicado por el aporte de los sistemas atmosféricos globales y regionales (Kousky, 1984). Se ha buscado encontrar el aporte modulador de la Oscilación Madden-Julian MJO, la cual es una fluctuación intraestacional que ocurre en los trópicos globales. La MJO es responsable por la mayoría de la variabilidad del tiempo en los trópicos. La misma provoca variaciones en varios parámetros oceánicos y atmosféricos (Gottschalck, 2006) como velocidad y dirección del viento de altura y superficie, nubosidad, lluvia, temperatura superficial del mar y evaporación en la superficie del océano. Es la componente natural del sistema acoplado océano-atmósfera con un ciclo aproximado de 30-60 días. Existe evidencia que la MJO puede modular el ciclo ENSO en la velocidad de desarrollo y probablemente en la intensidad de los episodios (Kessler and Kleeman, 2000; Zhang and Gottschalck, 2002).

Metodología

Se analizaron series de tiempo de precipitación mensual en una estación meteorológica ubicada al sur de Guayaquil, con registros desde 1964 hasta 2007, en los que se determinó los rangos de percentiles 33% y 66% para establecer niveles de precipitación normal (33% < precipitación < 66%), bajo lo normal (precipitación < 33%) y sobre lo normal (precipitación > 66%) en esa escala porcentual. Con la serie mensual de anomalía de los índices niño 1+2 desde 1950 hasta 2007, se graficó la dispersión de los datos para observar la respuesta y un probable ajuste lineal. Se calculó un coeficiente de correlación múltiple y una correlación cruzada para determinar posibles desfases.

El coeficiente de correlación múltiple entre las series, se calculó mediante la ecuación:

$$\rho_{x,y} = Cov(X, Y) * (\rho_x \ \rho_y)^{-1}$$

Una vez comprobada la linealidad, con la asunción de normalidad e independencia lineal (Ripley, 1981), se utilizó la serie de tiempo de los índices MJO correspondientes a la longitud 120W (la más cercana a la ubicación de la estación meteorológica 80W) y se calculó una regresión lineal múltiple para cada mes con un nivel de confianza del 95%, tratando de construir modelos múltiples mensuales, a través del método de mínimos cuadrados:

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}, \quad b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x}$$

Para finalmente construir un modelo de la forma:

$$Y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \ldots\ldots + b_p * X$$

Donde **Y** es la precipitación acumulada para cada mes, b_0 es el coeficiente de determinación, X_1 la anomalía de temperatura en el $Niño_{1+2}$ y X_2 es el índice MJO.

Cada modelo fue evaludo en cuanto a su relevancia

estadística mediante el estadístico F para determinar la probabilidad de que las varianzas de las series no presentes diferencias significativas. Los resultados de la regresión lineal fueron tabulados para decidir con qué meses se construirían las ecuaciones de regresión, basados en los coeficientes de correlación y el estadístico F.

Se realizaron graficas de las series de tiempo de los datos de precipitación observados y calculados, utilizando los modelos mensuales en aquellos meses en que la correlación múltiple sobrepasa el 70%, como respuesta de la explicación de su varianza en base a la temperatura de mar en la región $Niño_{1+2}$ y el índice de la MJO.

Para comprobar la validez de los modelos mensuales se comparó el resultado de pronóstico para un rango fuera del período de construcción, esto es para los años 2005, 2006 y 2007 en la estación Guayaquil. Los niveles pronosticados de precipitación por los modelos mensuales fueron contrastados con los valores observados, otorgándole una calificación de acierto, si el valor pronosticado se ubica dentro del rango del tercil calculado para la serie mensual de la estación y de no acierto, si el pronóstico se ubica fuera del rango. Los límites de los rangos de los percentiles fueron redondeados al entero más cercano para fines prácticos.

Resultados

La estimación inicial de distribución lineal en los diagramas de dispersión muestra linealidad con coeficientes de correlación superiores a 0.60 en enero, marzo y abril (Fig. 2a, 2c, 2d), no así en febrero ($r^2 < 0.50$), donde la dispersión de los datos de precipitación hacen presumir que ésta no responde de forma clara al forzamiento de la temperatura del mar (Fig. 2b)

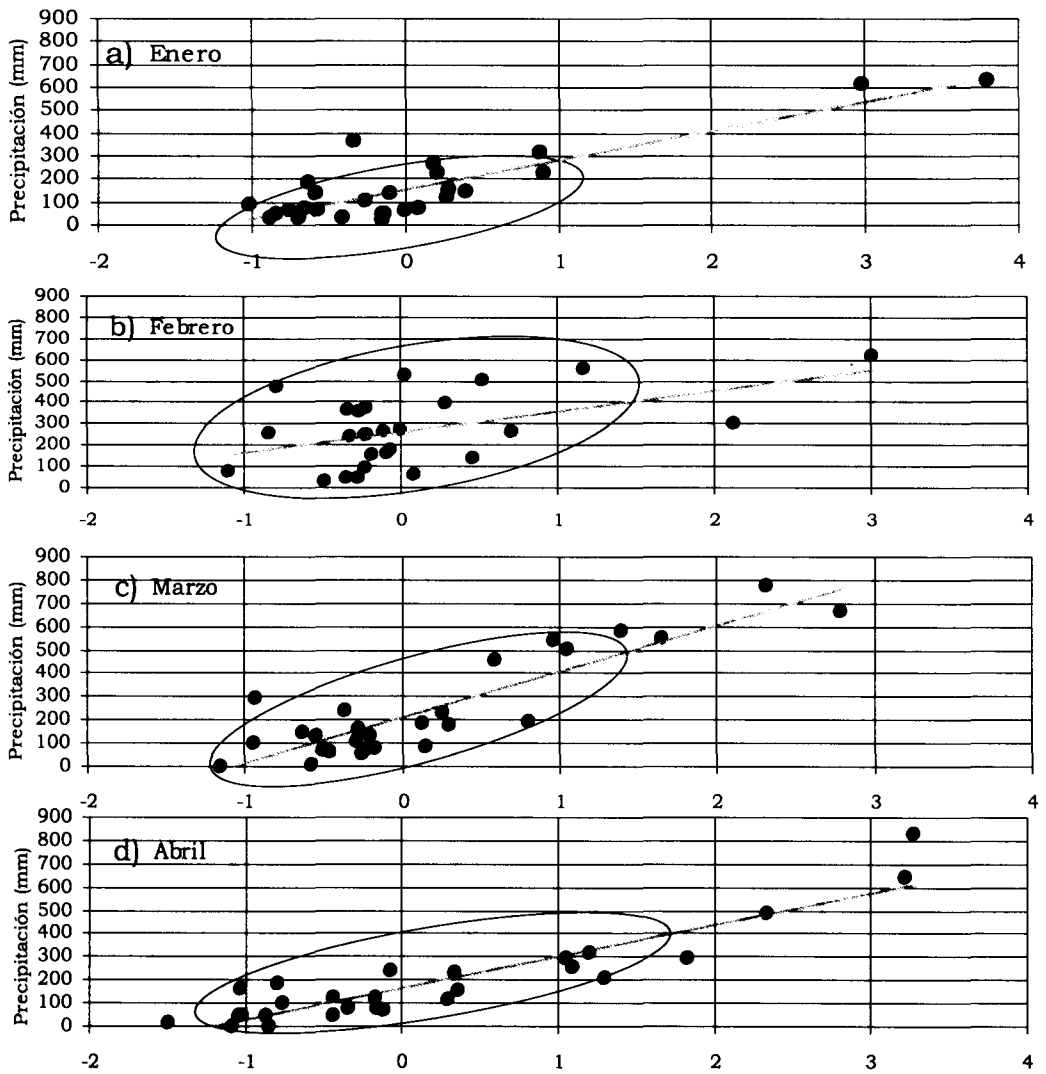


Figura 2. Diagramas de dispersión de Precipitación vs. Anomalía Niño1+2. a) enero, b) febrero, c) marzo, c) abril. Nótese el incremento de dispersión para febrero. La línea continua representa el ajuste lineal de los datos
Los puntos que se desagregan del grupo de forma marcada son los eventos El Niño 82-83 y 97-98.

Los coeficientes de ajuste de los modelos de regresión lineal múltiple generados, muestran una situación similar en cuanto a la respuesta mensual de la precipitación en función de las anomalías nino1+2, el coeficiente r^2 ajustado para enero, febrero y marzo es > 0.75, mientras que para febrero es de 0.19 (tabla 1). El cálculo del estadístico F que muestra que el ajuste de las variables independientes no se produce por el azar, en todos los casos lo confirma, sin embargo en febrero el estadístico y su valor crítico es bastante cercano. Con estos argumentos se decidió no generar un modelo de regresión para febrero puesto que podría llevar a conclusiones erróneas.

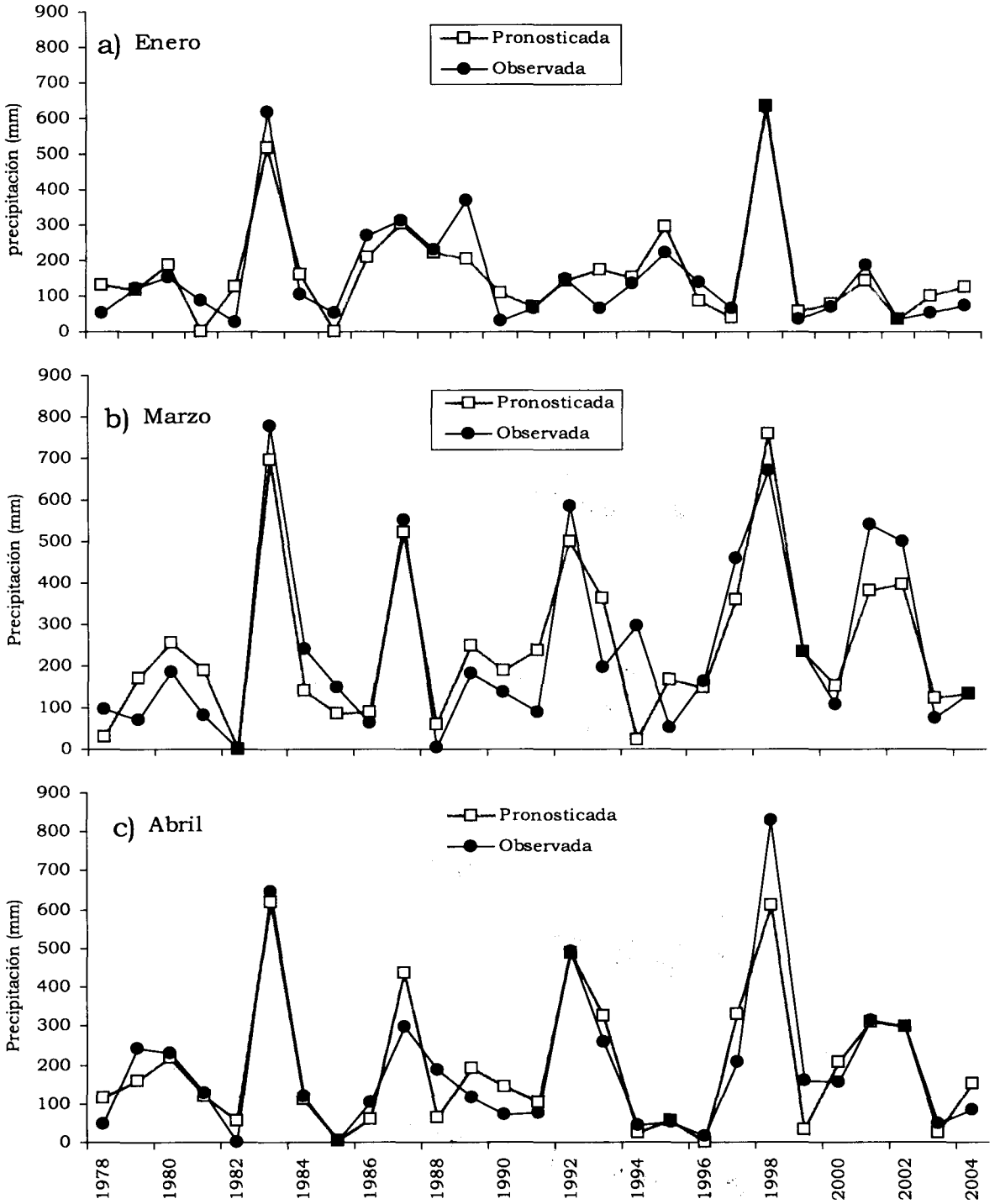


Figura 3. Reconstrucción de serie de tiempo de precipitación en base a los modelos de regresión múltiple. a) enero, b) marzo y c) abril. La línea negra representa el valor real observado de precipitación, la línea en tono de gris representa el valor de precipitación pronosticado. No se ha representado el modelo de febrero por la baja correlación encontrada entre las variables. Los coeficientes de correlación r^2 de las series pronosticada vs. observada son 0.92, 0.89 y 0.92 respectivamente.

	0.80	54.3	$1.2*10^{-9}$	145.05	153.18	70.84
	0.19	4.0	0.03	*	*	*
	0.77	44.7	$8.0*10^{-9}$	212.01	183.46	-29.37
	0.83	63.2	$2.7*10^{-10}$	164.73	130.61	-31.89

Tabla 1. Resumen de resultados del cálculo de regresión lineal utilizados para elaborar las ecuaciones del modelo de regresión. Para febrero no se calcularon coeficientes de regresión en vista de la pobre correlación de las variables.

$$\text{Precipitación}_{\text{marzo}} = 212.01 + 183.46*\text{anomalía}_{\text{niño1+2 marzo}} - 29.37*\text{MJO}_{\text{120W marzo}}$$

Tabla 2. Ecuaciones del modelo de regresión lineal múltiple a partir de las cuales se reconstruyó la serie de precipitación para cada mes.

Utilizando las ecuaciones del modelo de regresión lineal múltiple se reconstruyó la serie con valores pronosticados, las cuales se contrastan con los valores observados (Fig. 3). Se encontró una alta correlación entre ambas series, con coeficientes r^2 superiores a 0.85.

La calificación de aciertos de los pronósticos para los años posteriores al período de análisis, se realizó en base a los percentiles mensuales 33% y 66% (tabla 3). Los rangos se utilizaron para calificar las precipitaciones observadas y pronosticadas como, bajo lo normal, normal y sobre lo normal.

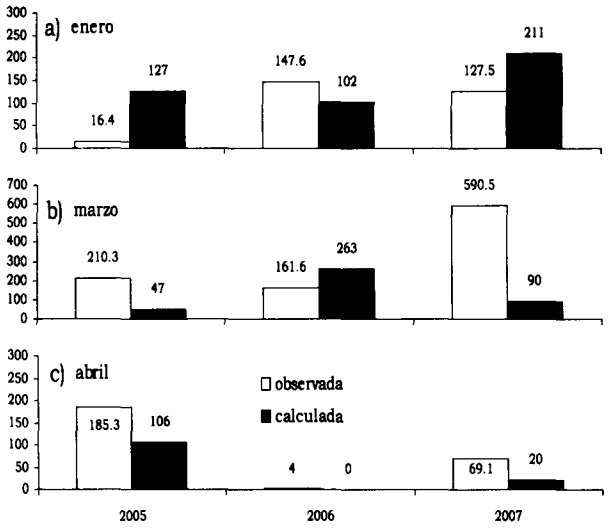


Figura 4. Comparación de los resultados de la precipitación calculada vs. la precipitación observada para los años fuera del rango de construcción de la ecuaciones de regresión. a) enero, b) marzo y c) abril. Las máximas diferencias encontradas entre los observado y pronosticado son 110mm, 500mm y 80mm para enero, marzo y abril, respectivamente. De acuerdo a los rangos de percentiles 33% y 66%, el pronóstico no acertó en enero y marzo de buena forma, son así en abril, en que el porcentaje de acierto fue 100%, basado en el criterio de anormalidad en base a percentiles.

CONCLUSIONES

1. Existe una alta correlación entre los datos observados y los pronosticados por el modelo de regresión, es decir que la anomalía de temperatura del mar y en índice de la Oscilación Madden-Julian en la longitud 120W, para los enero, marzo y abril. No así para febrero en que la precipitación presumiblemente responde a condiciones atmosféricas principalmente.

2. El modelo de pronóstico estadístico responde de mejor forma a abril, donde se lograron porcentajes de acierto de 100% bajo el criterio de límites de percentiles para rangos bajo lo normal, normal y sobre lo normal. Bajo este criterio, enero y marzo presentaron un bajo nivel de acierto.

3. El método y las variables usadas no pueden ser utilizados como herramienta de pronóstico, sino como un mecanismo para entender las relaciones entre las precipitaciones, la temperatura del mar y la convergencia atmosférica. Sin embargo con los resultados encontrados es posible establecer posibles tendencias de las precipitaciones a corto plazo.

4. Existen precipitaciones que salen de rango en función de parámetros locales y no responden a forzamientos regionales necesariamente.

Bibliografía

Barnston, A.G., M. Chelliah and S.B. Goldenberg, 1997. Documentation of a highly ENSO-related SST region in the equatorial Pacific. Atmosphere-Ocean, 35, 367-383.

Hoerling, M. P., A. Kumar, and T. Xu, 2001. Robustness of the nonlinear climate response to ENSO's extreme phases. J. Climate, 14, 1277-1293.

Kousky, V.E., M.T. Kayano, and I.F.A Cavalcanti, 1984. The Southern Oscillation: Oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. Tellus, 36A, 490-504.

Aline de H.N. Maia, Meinke Holger and Sarah Lennox, 2004. Assessment of probabilistic forecast 'skill' using p-values.

V. Mossmann, A. Castro, J.L. Sánchez, 2005. Análisis de la tendencia de las precipitaciones en los meses de febrero, marzo y abril en el territorio peninsular de España.

Ripley, B.D.,198. Spatial Statistics. Wiley Series in probability and mathematical statististics, Jhon Wiley & Sons, New York, 252 pp.

Stone, R.C., Hammer, G.L. and Marcussen, T., 1996a. Prediction of global rainfall probabilities using phases of the southern oscillation index. Nature 384: 252-255.

Gottschalck J., Kousky V., Higgins W., and L'Heureux M. The Madden-Julian Oscillation, 2006.

Kessler, W. and R. Kleeman, 2000. Rectification of the Madden-Julian Oscillation into the ENSO cycle. J.Climate, 13, 3560-3575.

Zhang, C. and J. Gottschalck, 2002. SST anomalies of ENSO and the Madden-Julian Oscillation in the equatorial Pacific. J. Climate, 15, 2429-2445.

CARACTERIZACIÓN FISICOQUIMICA EN LOS ALREDEDORES DE LA ISLA OROZCO EN EL CANAL DE ACCESO AL PUERTO MARITIMO (BOYA 59 - BOYA 66)

Por: Patricia Arreaga [1]
Ana Rodríguez de Morán [1]

Resumen

El presente documento tiene como objetivo describir las características físico-químicas del agua superficial, incluyendo dentro de esta descripción un análisis geológico de la zona del Canal de Acceso al Puerto Marítimo comprendida entre las boyas # 59 y # 66 y que corresponden a los alrededores de la Isla Orozco, futuro sitio de depósito de sedimentos provenientes del dragado del Canal, con la finalidad de demostrar que la obra de depósito en la Isla Orozco es ambientalmente factible, viable y sustentable en el corto, mediano y largo plazos, sin afectar significativamente la calidad ambiental del área de influencia del proyecto.

Esta caracterización es parte del Estudio de Impacto Ambiental para el Depósito de los sedimentos dragados del Canal de Acceso al Puerto Marítimo en la Isla Orozco, proyecto que se enmarca en las normas ambientales vigentes emitidas por el Municipio del Cantón Guayaquil, en las leyes promulgadas por el gobierno nacional, en especial en la Constitución Política de la República del Ecuador y en las Políticas Básicas Ambientales, que en su Política 2 señala: "Todo habitante en el Ecuador y sus instituciones y organizaciones públicas o privadas, deberán realizar cada acción, en cada instante, de manera que propenda en forma simultánea a ser socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable".

Se determinaron las características físicas y químicas del área establecida (Figura 1), mediante estudio de corrientes, campañas de mediciones de parámetros químicos y bióticas, del análisis granulométrico y de la batimetría del sector.

Esta caracterización se basa en los resultados de las campañas de muestreo realizados duranre enero y febrero del 2006, las cuales se ubicaron entre las boyas 59 y 66, Estero La Libertad y áreas adyacentes a la Isla Orozco, en total 14 y se realizaron en períodos de mediciones de aproximadamente 12 horas con la finalidad de cubrir un estado completo de marea.

Abstract

The objective of the present paper is to describe the physical and chemical characteristics of superficial waters, as well as the geological analysis of the access channel (canal), to the Marine Port of Guayaquil zone, between buoys 59 and 66, which are located around Orozco Island, site which has been chosen to deposit the dredging sediment, in order to demonstrate that the activity of deposit this material in Orozco island is environmentally practicable, viable and sustainable, in the short, medium and long term, without significatively affect the environmental quality of the influenced area of the project.

This characterization is part of the Environmental Impact Study for the deposit of the dredging sediments of the access channel to the Marine Port in Orozco Island, the project is performed according to the prevailing environmental guides emitted by the Guayaquil township and the national Government Laws and especially in the Constitution Of the Republic of Ecuador and the Basic Environmental Laws, which in its politics number 2 expresses " Any inhabitant in Ecuador and its public or private institutions and organizations, must execute every action, in every moment, intending to be socially fair, economically profitable and environmentally sustainable.

The physical and chemical characteristics of the established area were determined by means of currents study, determination of biological and chemical parameters, the granulometric analysis and the batimetry of the area.

This characterization is based over results obtained from sampling activities performed during january and february/2006 in 14 stations located between buoys 59 and 66, Estero La Libertad and surrounding Orozco Island. Twelve hours of measuring periods, were realizad in order to complete a tide cycle.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

La actividad portuaria de Guayaquil, tanto nacional e internacional, se inició en el Malecón de Guayaquil, y con el pasar de los años debido a los requerimientos de fondo de las embarcaciones de mayor calado y a la sedimentación del río, se construyó al sur de la ciudad el Puerto Marítimo de Guayaquil, al cual se ingresa a través del eje del Canal del Estero Salado de aproximadamente 94 km. El Puerto entró a operar en el año de 1958.

La operación del puerto ha requerido realizar trabajos de dragado en varios sectores y en varias épocas e inclusive el corte del extremo sur de una gran isla, creando un canal que conecta artificialmente al Estero del Muerto con el Estero Santa Ana y quedando parte de la Isla Trinitaria frente a los muelles del puerto. Alrededor de la Isla Trinitaria, se unen las aguas de los esteros Santa Ana, El Muerto, Cobina y Salado. Además muy cerca del puerto, fueron conectados el estero Cobina y el río Guayas mediante esclusas para el paso de embarcaciones menores y para compensar la diferencia de marea entre el río y el estero.

Antecedentes

Debido a los procesos naturales de sedimentación, el delantal de los muelles ha sido dragado varias veces, las dos últimas corresponden a los años 1995-96 y 1999-2000. En 1995, se dragó a 10 metros de profundidad y se extrajo 171,443 m³; en 1999 se extrajo 117,844 m³ mediante dragado a la misma profundidad.

Igualmente se ha identificado dos sectores álgidos en lo que respecta a sedimentación y que son: el primero desde las boyas 10 a la 12 y el segundo desde la 37 a la 66.

En el año 2004, se inició el proceso de búsqueda y selección de lugares alternativos para la ubicación de los depósitos de sedimentos, a efectos de reducir el costo de las actividades de dragado, las cuales tiene una directa relación con la distancia del sitio para el depósito de los sedimentos.

Del análisis de los lugares posibles para concretar el proyecto de depósito de sedimentos dragados se determinó como sitio idóneo para el objetivo propuesto por el proyecto, la Camaronera CAMAROSCA en la Isla Orozco.

Ubicación del Área de Estudio.

La Isla Orozco se encuentra ubicada hacia el extremo sur de la ciudad de Guayaquil, en el estuario del río Guayas. De acuerdo a la división política de la Provincia del Guayas, el área de estudio se encuentra en el cantón Guayaquil. Figura 1

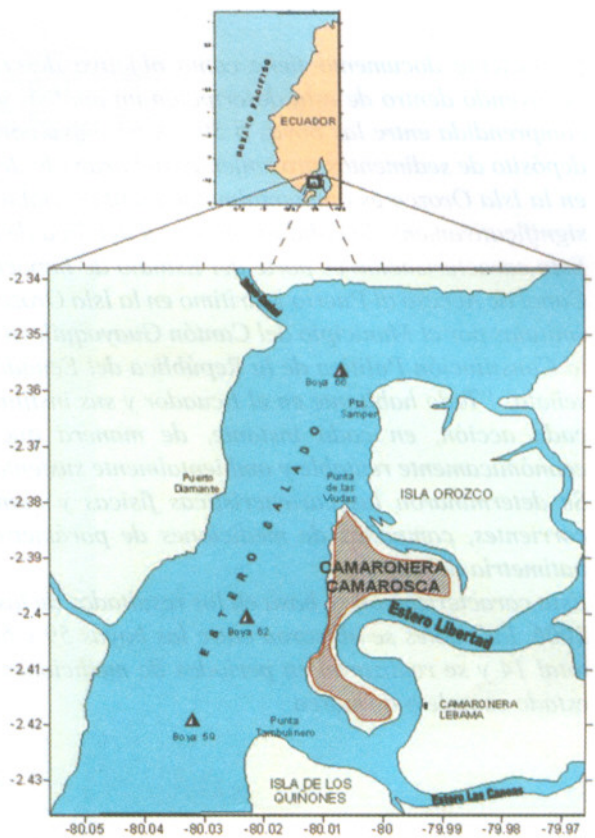


Figura 1. Ubicación del área de estudio.
Fuente: INOCAR 2006

El ingreso a la Isla Orozco es a través del Canal de Acceso al Terminal marítimo de Guayaquil, en el Estero Salado hasta la altura de la boya 62 donde se intercepta con el Estero Libertad que conduce a las instalaciones de la Camaronera antes citada. El tiempo estimado de viaje desde Guayaquil es aproximadamente 2 horas.

En general, la zona alrededor de la Isla Orozco es parte de un gran sistema de canales de aguas estuarinas, cuyas riberas se encuentran aún pobladas de manglar, sin embargo, la influencia antrópica en las últimas décadas, como la del puerto marítimo, la base naval, algunas industrias y los asentamientos humanos, que han ocupado algunos sectores de estos canales ha perjudicado el bosque de manglar, cambiando la fisonomía de este sector del estuario. Se puede observar, las extensas y numerosas piscinas de camarón, que han contribuido mayormente en la

pérdida del manglar y en la calidad de las aguas de los canales estuarinos.

El área comprendida en el presente trabajo comprende desde la Punta Samper (frente a la boya 66) hasta la Punta Tambulinero (frente a la boya 59) incluyendo el sector suroeste de la Isla Orozco y el Estero Libertad. Figura 2.

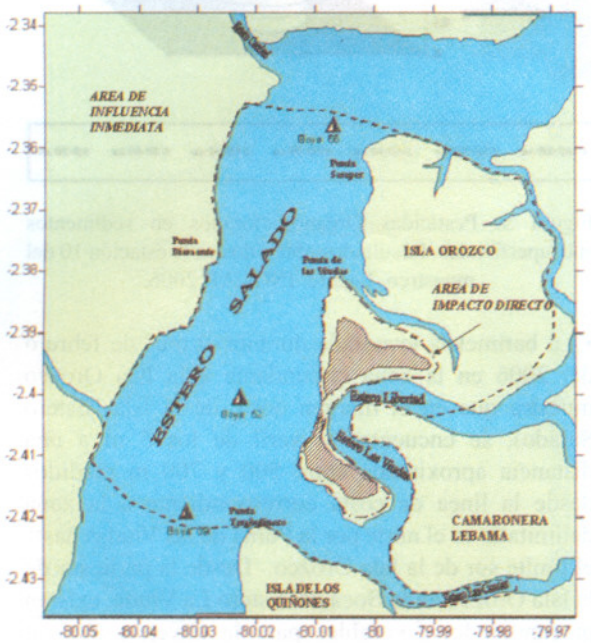


Figura 2. Area de Influencia del Proyecto.
Fuente: INOCAR 2006

Metodología

Para la realización del presente documento, se ha hecho una recopilación de los parámetros que engloban las componentes físico-química, biológica y social del Estudio de Impacto Ambiental para el depósito de los sedimentos dragados en la Isla Orozco. Se ha tomado de este EIA, resultados y conclusiones de cada disciplina y se ha realizado un resumen con la finalidad de realizar la caracterización y que el lector tenga una idea general de las condiciones ambientales del área estudiada.

Resultados

• El clima de la región está controlado por el movimiento estacional de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cual a su vez está controlada por la interacción entre el océano y la atmósfera. La época de lluvias se presenta de Enero a Abril, el periodo seco corresponde a los meses de Mayo a Diciembre. La temperatura media del aire fluctúa entre 26,7°C en la época lluviosa y 23,7°C en la época seca (INOCAR 2006). Este régimen climático típico de la zona costera ecuatoriana, es afectado frecuentemente por los eventos El Niño-Oscilación Sur (ENOS), cuya presencia provoca desborde de los principales ríos, inundación de tierras bajas del litoral y, como consecuencia, el aporte de grandes volúmenes de sedimentos a los estuarios y a las masas de agua de la zona costera (Inocar 2006).

• El estudio de corrientes indica que la dinámica en el área de influencia del proyecto está dominado por las mareas, la dirección y velocidad de las corrientes está claramente determinada por el ciclo de mareas. Magnitudes máximas de 1.69 m/s fueron encontradas en el área del Estero Salado, mientras que en el Estero La Libertad la magnitud máxima fue de 1.34m/s durante el flujo. La amplitud de las mareas en este sector del Estero Salado, puede variar entre unos 4.5m y 2.4m. en sicigia y cuadratura respectivamente (Mindiola M. 2006)

• El análisis geológico y los estudios de suelos determinaron que en términos generales, superficialmente los sedimentos en la Isla Orozco (sitio de depósito), están conformados por materiales propios de la zona, compuestas por arcillas con bajos porcentajes de arena fina y de baja permeabilidad (Soledispa B. 206). Figura 3.

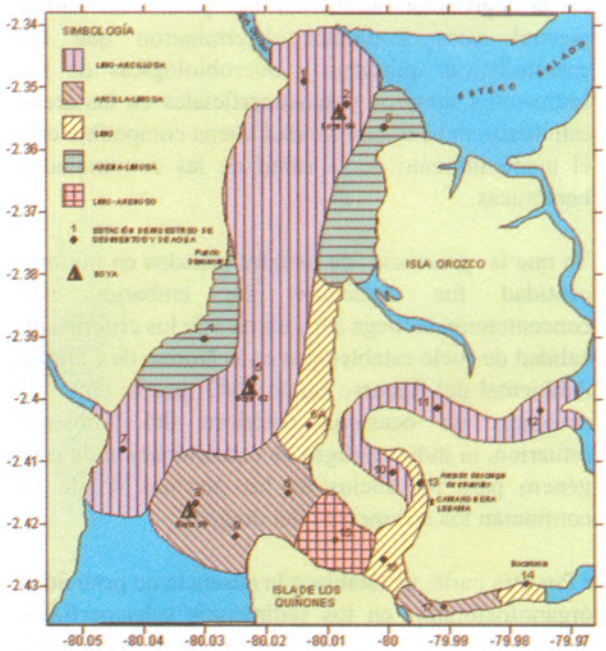


Figura 3. Mapa de distribución de los sedimentos superficiales en el área de influencia del sitio de depósito. Fuente: INOCAR 2006

• De los análisis de la calidad del agua en toda la columna, considerando parámetros tales como Temperatura, Salinidad, pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxigeno Disuelto, Demanda Química de

Oxígeno, Micronutrientes Inorgánicos, Sedimentos en Suspensión, Hidrocarburos del Petróleo Disueltos y Dispersos, Microorganismos Patógenos (Coliformes Totales y Fecales), se determinó que en forma general la calidad de las aguas del Estero Salado y los esteros interiores La Libertad y Las Canoas, es compatible con el sostenimiento de la vida acuática, para la época de muestreo (Rodríguez A. 2006). Figura 4.

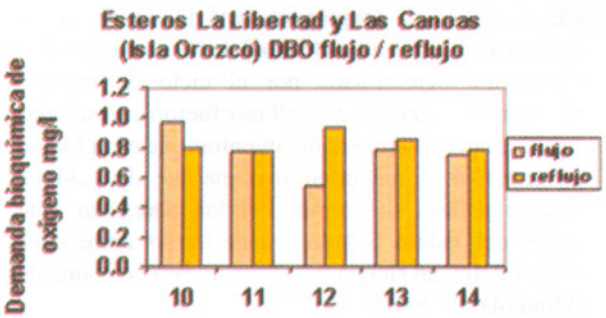


Figura 4. Estaciones de muestreo
Fuente: INOCAR 2006.

• Se investigó la eventual existencia de contaminantes en los sedimentos superficiales y subsuperficiales del fondo estuarino y en la biota, comparando los resultados obtenidos con normas de calidad vigentes en la legislación ambiental del país. En forma general estos resultados determinaron que las características químicas y microbiológicas de los sedimentos someros y subsuperficiales en las áreas estudiadas indican una calidad buena compatible con el mantenimiento de la salud de las comunidades bentónicas.

Ya que la presencia de metales pesados en mínima cantidad fue detectada, sin embargo esta concentración no llega a los niveles de los criterios de calidad de suelo establecidos en la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo 2003, por lo tanto tal presencia no ocasiona deterioro del ambiente estuarino, ni indica peligro de contaminación de este género para los suelos de las piscinas donde se confinarán los sedimentos del dragado.

• Por otra parte, se establece la ausencia de pesticidas órganofosforados en los sedimentos subsuperfiales analizados, de igual manera en lo que respecta a los microorganismos coliformes totales y fecales. Figura 5.

• En base a los resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos realizados en aguas, sedimentos y organismos, las matrices escogidas de la zona de Estero Salado para el presente estudio, están sufriendo cierto grado de polución, pero esta no llega a los niveles que pudieran considerarse como contaminación, por lo tanto tales matrices, al momento del estudio son compatibles con el sostenimiento de la vida acuática de la zona.

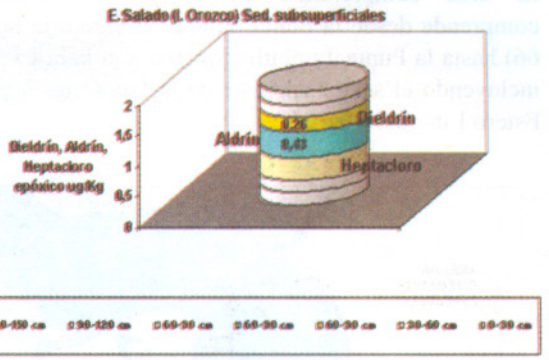


Figura 5. Pesticidas Organofosforados en sedimentos subsuperficiales. Resultados obtenidos en la estación 10 del muestreo. Fuente: INOCAR 2006.

• La batimetría levantada durante el mes de febrero del 2006 en la zona circundante a la Isla Orozco muestra que en el margen oeste de la isla (Estero Salado), se encuentra el veril de los 5 m a una distancia aproximada entre 500 y 700 m medidos desde la línea de costa correspondiente a la zona delimitada en el norte por la Punta de las Viudas hasta el límite sur de la Isla Orozco. Desde la parte sur de la Isla Orozco en la Boca del Estero La Viuda, existen profundidades favorables para la navegación, con profundidades entre 6 y 15 m en el eje, la misma que se mantiene siguiendo hacia el este y luego hacia el norte por el centro de este Estero. En esta zona el veril de los 5 m, se sitúa a menos de 20 m de la costa este de la Isla Orozco. Figura 6.

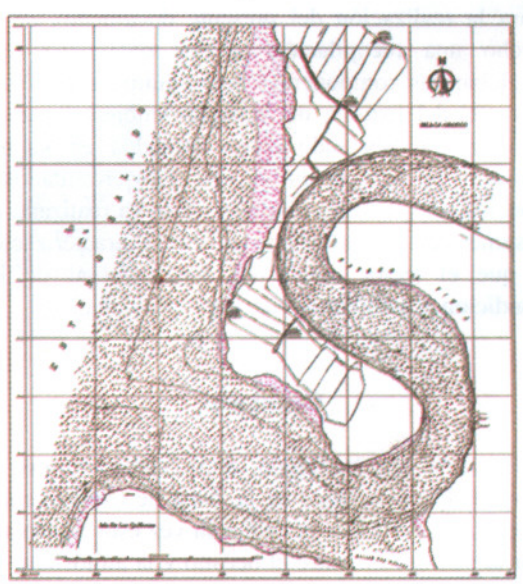


Figura 6. Copia del Plano P-03-01-06, en el que se muestra la batimetría de los canales en la zona de influencia del Proyecto. Fuente: INOCAR 2006. Los puntos rojos determinan los puntos de cota 5 m.

• Del estudio del bentos presente en la zona, se encontró al igual que en estudios anteriores, escasa presencia de organismos, lo que se justifica por el movimiento constante del fondo en el sitio del Canal, lo que ha provocado la disminución de la población viva.

• El estudio de Flora y Fauna terrestre tanto del área de la Isla como en sus alrededores, determinó la escasa biodiversidad de la zona, encontrándose aislados sitios de anidación de aves, pero lejos de las piscinas de confinamiento. Figura 7.

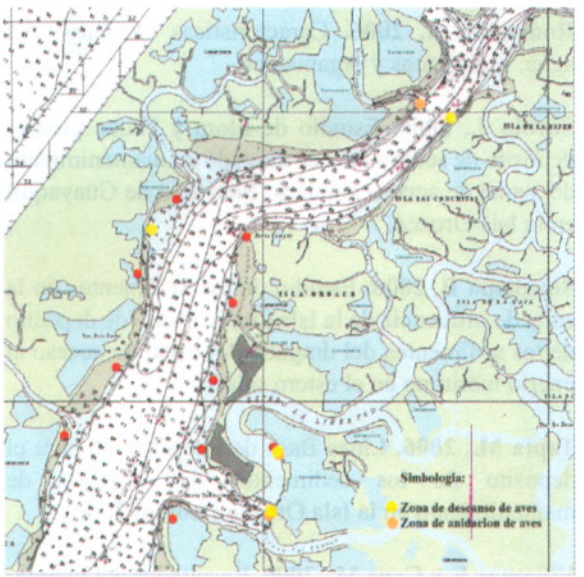


Figura 7. Mapa de presencia de aves en el sector. Zonas de descanso y anidación de aves

Conclusiones

• La calidad de las aguas en toda el área estimada se encuentra en condiciones aceptables para la vida acuática, cumpliendo las regulaciones ambientales requeridas para este tipo de ambientes.

• No existe contaminación por microorganismos patógenos, ya que los valores detectados están por debajo de los niveles permisibles de 200 NMP/100 ml. establecidos en la legislación ambiental ecuatoriana, numeral 4.1.2, respecto a criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas y en aguas marinas o de estuarios.

• La concentración de sedimentos en suspensión es acorde con las aguas estuarinas y está determinada por la alta dinámica de las mismas, ocasionada por el flujo y reflujo y la natural velocidad de las corrientes. No se detectaron concentraciones tales que pudieran ocasionar asfixia a las especies que habitan en el área de influencia del proyecto.

• La temperatura de las aguas, salinidad, nutrientes y pH presentan valores que oscilan dentro de un rango esperado para la época del año en que se realizaron las mediciones, las actuales condiciones meteorológicas y el tipo de aguas estuarinas.

• Los análisis interdisciplinarios de sedimentos en los esteros, muestran en primer lugar que se encuentran libre de contaminación y en segundo lugar que son recientes, lo que permite asumir que no existirá contaminación en caso de rebose en las piscinas.

• El fondo de los sectores que circundan la Isla Orozco está tapizado predominantemente de mezclas de limos y arcillas con diferentes porcentajes. Este material limo-arcilloso proviene del Río Guayas a través del Canal de Cascajal y del Estero Grande, y en menor proporción, a través del Estero Cobina y también de la erosión de las orillas del estero por el oleaje que originan los buques de alto calado.

• Se establece variabilidad en cuanto a la abundancia y composición del zooplancton determinándose que en la capa subsuperficial existe una mayor abundancia de organismos con relación a la capa superficial lo que está en función del estado de marea y de las condiciones ambientales.

• De las observaciones realizadas se considera que más del 80 % de las especies observadas pertenecen al ecosistema estuarino y el resto son especies eurihalinas que ingresan al Estero Salado (Mediante el flujo de agua de mar) por el Canal del Morro y que llegan hasta la zona de la Isla Orozco, donde existe una riqueza de la macrofauna bentónica la cual es relativamente en abundancia.

• Se presenta poca diversidad bentónica en el área de estudio, las especies encontradas corresponden a diatomeas bénticas. *Coscinodiscus granü, Coscinodiscus perforatus y Polymixus coronalis*. En la misma área en relacion a la microfauna bentónica predominó una sola especie *Rotalia beccarii*, que es indicadora de aguas salobres y escasa profundidad.

• En relación a los estudios del fitoplancton efectuados anteriormente se ha observado que la abundancia de especies ha disminuido ligeramente en la zona del estuario interior del golfo de Guayaquil.

• La fauna y flora terrestre presentaron escasa biodiversidad, por lo que se deduce que el dragado no va afectar las condiciones ambientales de la zona, y más bien puede aumentar el número de aves que llegará a la isla.

• Los bioensayos realizados determinaron que no existe el virus de la mancha blanca (WSD) antes y durante el ensayo tanto en la zona de influencia como en la zona de futuro dragado.

• Las direcciones de las corrientes responden principalmente a las mareas, cambiando su dirección en 180 grados (aproximadamente) de una fase a otra y se alinean de acuerdo al eje del canal. En la distribución vertical las corrientes mantienen el mismo patrón variando con las mareas y disminuyendo a medida que se acercan al fondo, obteniéndose las mayores magnitudes en las capas superficiales. Las direcciones de las corrientes superficiales y subsuperficiales en el sector del Estero La Libertad registran un cambio periódico con respecto al cambio de marea, observándose que durante el flujo la tendencia es de dirigirse hacia el este ingresando al Estero mencionado anteriormente y una parte del flujo de agua se dirige hacia el Estero La Canoa, mientras que en el reflujo la tendencia fue hacia el oeste, siguiendo la dirección del eje del Estero La Libertad, hasta llegar al Estero Salado.

• La información recopilada ha permitido realizar una buena caracterización del área de estudio para la fecha en la cual se realizó el muestreo, sin embargo será necesario complementar este estudio para otra época del año que permita confirmar si las condiciones se mantendrían o puedan cambiar.

Agradecimiento

Las autoras dejan constancia de su agradecimiento al Sr. CPFG-EM. Mario Proaño S, Director del INOCAR, por el valioso apoyo brindado 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

Arreaga y Moreira, 2006. Estudio Socio-económico

Briones J., 2006. Levantamiento Hidrográfico y topográfico del área de estudio.

Gualancañay E, 2006. Línea de Base del Microbentos para el Estudio de Impacto Ambiental para el Depósito de los Sedimentos del Dragado de mantenimiento del Canal de Acceso en la Isla Orozco.

Loza L., 2006. Marco Legal aplicable a los estudios de impacto ambiental para el depósito de sedimentos del dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto marítimo, en la isla Orozco.

Mindiola M., 2006. Estudio de la Circulación en la zona de influencia del sitio de depósito de sedimentos en la Isla Orozco.

Naranjo C., 2006. Línea de Base del Zooplancton e Ictioplancton para el depósito de los sedimentos del dragado de mantenimiento en la Isla Orozco.

Rodríguez A, 2006. Características Químicas del agua, sedimentos y organismos.

Sócola J., 2006. Estudio de Flora y Fauna para el depósito de sedimentos de dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto Marítimo de Guayaquil en la Isla Orozco.

Soledispa B, 2006. Estudio de los Sedimentos en la zona de influencia de la Isla Orozco, sitio de depósito de los sedimentos del dragado del canal de acceso al puerto marítimo en el estero salado.

Tapia M., 2006. Línea Base de Fitoplancton para el depósito de los sedimentos del dragado de mantenimiento en la Isla Orozco (febrero 2006).

Villamar F. y Cruz M., 2006. Resultados del Estudio de la Macrofauna Bentónica, obtenidos en la Isla Orozco (Febrero 2006).

Villamar F., 2006. Determinación del grado de Toxicidad de los Sedimentos en la zona de Influencia del Depósito de Sedimentos (Isla Orozco), Camaronera Lebama, Estero Salado (Área de Dragado).

VARIABILIDAD TEMPORAL DEL FITOPLANCTON EN ÁREAS COSTERAS DEL MAR ECUATORIANO Y SU INTERRELACIÓN CON EL EVENTO LA NIÑA 1999-2000, ECUADOR.*

Por: María Elena Tapia[1]

Resumen

Se analizaron un total de 24 estaciones en La Libertad y 12 estaciones costeras en Manta durante el evento atípico La Niña 1999 - 2000. Se elaboraron gráficos de las especies (muestras de red de 50u) y la relación con los parámetros físicos y químicos.

Las condiciones físicas durante el desarrollo del evento La Niña 1999 - 2000, no siguieron un patrón definido, sino que han presentado características particulares para cada región del océano Pacífico Sur. En Ecuador se observó que la productividad biológica aumentó considerablemente en La Libertad durante el año 2000 existiendo la presencia de afloramientos con altas concentraciones celulares e incremento de la abundancia relativa.

Las principales especies con mayor densidad celular en La Libertad fueron Chaetoceros affinis, Rhizosolenia hebetata, R. stolterfothii, Thalassiosira subtilis, Leptocylindrus danicus.

Las especies representativas en Manta fueron Hemiaulus sinensis, Rhizosolenia imbricata, Chaetoceros curvisetus, Ch. coarctatus, Dityllum brightwellii; las mismas que presentaron variabilidad en su distribución, registrando altas concentraciones celulares.

Palabras Claves: *Productividad, impacto, afloramiento, escalas de productividad.*

Abstract

Twenty four and twelve coastals stations were analyze in Manta during the event La Niña 1999 – 2000, graphic of the (with a net of 50u) and the relation with the parameters physical and quimical.

The physical conditions during the development of "La Niña 1999 - 2000" event, were not continued as a defined pattern, showing particular characteristics for each region of the south Pacific ocean. In Ecuador was evidented that the biological productivity creased considerally in the Libertad during the year 2000 before evidencing the upwelling with chlorophyll nucleus creasing of the abundance relative.

The main species with mayor cell density in the Libertad were Chaetoceros affinis, Rhizosolenia hebetata, R. stolterfothii, Thalassiosira subtilis, Leptocylindrus danicus.

The species representatives in Manta were with mayor cell density in the three cruises were Hemiaulus sinensis, Rhizosolenia imbricata, Chaetoceros curvisetus, Ch. coarctatus, Dityllum brightwelli which showed variability in their distribution, shaping high nucleus cells.

Key Words: *Productivity, impact, upwelling, scales of productivity.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

[*] Síntesis del Trabajo presentado de la Tesis Doctoral durante el año 2006.

Introducción

El evento conocido como La Niña, se inicia con el enfriamiento de las aguas en el Pacífico Ecuatorial del este, está influenciada por la intensificación de los vientos alisios provenientes de la Antártida, generando la corriente marina fría de Humboldt sobre el sector oceánico de Chile y Perú, evento asociado a cambios globales, originando efectos positivos y negativos en la productividad biológica Camacho, (1998).
El fenómeno " La Niña", la fase opuesta de la Oscilación del Sur es poco conocida, sin embargo existe información oceanográfica que determina su ocurrencia en el pasado. La última vez en que se registró un evento La Niña en nuestro país fue en el período 95-96, luego de un largo período cálido De la Cuadra, (1999).

Como en El Niño, los efectos de La Niña son más fuertes durante los meses de diciembre a marzo. Durante los años de La Niña, los vientos del este que soplan desde América son más fuertes de lo normal.

Estos vientos arrastran cierta cantidad de agua caliente de la superficie hacia el oeste, lo que hace que volúmenes de agua fría mayores de lo normal asciendan desde las profundidades hasta la superficie, produciendo una lengua fría que se extiende casi 5.000 Km a lo largo del Ecuador Seoánez, (2002).

Cuando acontece un invierno con El Niño, es normal que siga otro con La Niña, por lo que los patrones meteorológicos son los opuestos a los causados por El Niño. Donde había inundaciones hay sequía, cuando las temperaturas invernales eran suaves se convierten en extremadamente frías, etc.

La Niña es más difícil de predecir que El Niño. Actualmente, estos fenómenos se comprenden bastante mejor que antes, ya que eran asociados a hechizos, maldiciones o castigos divinos Seoánez, (op. cit).

La presente investigación tiene como objetivo conocer la variabilidad espacio temporal del Fitoplancton y su interrelación con el evento La Niña 1999-2000 durante la época húmeda y seca considerando los parámetros ambientales: contajes celulares, abundancia relativa, en las estaciones fijas La Libertad y Manta.

Conocer la composición y abundancia de las especies del fitoplancton durante el período en estudio permitirá relacionar el primer nivel trófico en el ecosistema marino-costero, en condiciones de invierno-verano y asociar posibles especies indicadoras del evento La Niña durante 1999 - 2000.

Impactos de La Niña en el Ecuador

En las costas de Ecuador el evento La Niña está relacionado con el desplazamiento de bagres marinos del Golfo de Guayaquil hacia el interior del río Guayas Jiménez, Barniol, Machuca y Quinde, (1996).

Durante este último evento en Ecuador se registró un alto incremento en la disponibilidad de sardina y macarela e inusuales capturas de anchoveta en el Golfo de Guayaquil.

Sin embargo uno de los principales problemas relacionados directamente a La Niña es la aparición de sequías las cuales se originan por el enfriamiento de las aguas superficiales del océano Pacífico y el aumento de las altas presiones subtropicales que provocan una disminución en la evaporación.

Los sistemas frontales pasan con menos frecuencia sobre la zona central y con menos intensidad, provocando un déficit de precipitaciones, es decir, sequías Arriaga, (2002).

Si bien las sequías de La Niña producen un daño menos grave que las inundaciones del Niño, sus daños sociales y económicos son cuantiosos ya que agravan el déficit alimentario, la pobreza rural y la migración de los campesinos hacia las ciudades.

En el año 1996 en la provincia de Loja, en Ecuador, se registraron cifras cuantiosas de campesinos que migraron hacia las ciudades a causa de la prolongada sequía que azotó estas zonas; estas cifras ascendieron aproximadamente a unos 100.000 campesinos. Este hecho está también relacionado con lo ocurrido en el año 1968, donde varias poblaciones de la provincia de Loja abandonaron sus hogares.

Estos episodios se repitieron en el último evento 2000-2001, varias poblaciones de la costa, oriente y comunidades indígenas fueron afectadas debido a la falta de lluvia que provocó sequías en los diferentes ríos Diario El Universo, (diciembre 2, 2000).

Eventos fríos asociados a La Niña pueden modificar el ambiente y originar desplazamientos y migraciones de especies de peces pelágicos, hacia las costas de Ecuador, así como la fauna marina hacia el interior del río Guayas.

Eventos fríos asociados a La Niña pueden modificar el ambiente y originar desplazamientos y migraciones

de especies de peces pelágicos, hacia las costas de Ecuador, así como la fauna marina hacia el interior del río Guayas.

Área de Estudio: Condiciones Oceanográficas

Los monitoreos se efectuaron en dos estaciones fijas costeras con un total de 24 estaciones en La Libertad y 12 estaciones costeras en Manta con una periodicidad mensual en La Libertad y cada 40 días en Manta, en las lanchas Popeye y Pájaro azul de la Armada del Ecuador.

La posición geográfica de las dos estaciones fijas corresponden:
La Libertad 02º 04´ 00´´ sur - 81º 05´ 21´´ W y Manta 00º 52´ 00´´ sur – 80º 49´00´´W, situadas a 10 millas y 8 millas de la costa respectivamente (Fig. 1).

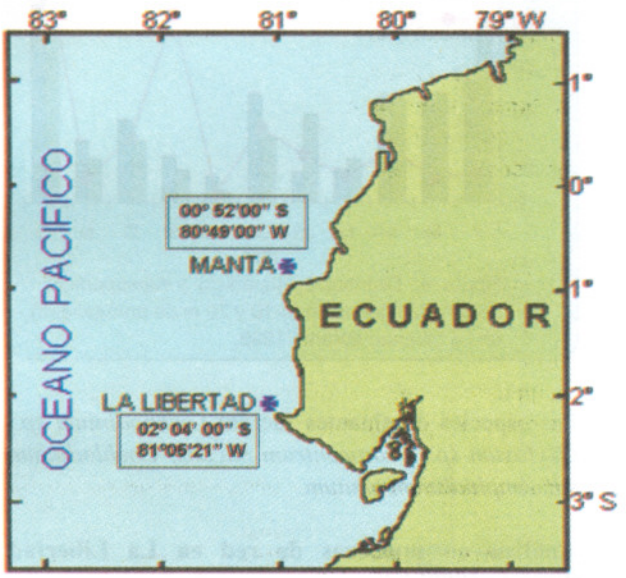


Figura 1. Ubicación geogáfica de las estaciones fijas La Libertad y Manta durante los años 1999-200

Las estaciones están influenciadas por diferentes corrientes marinas del oceáno Pacífico sureste, las masas de aguas cálido-tropicales superficiales provenientes del norte con temperaturas mayores de 25°C, comienzan a fines de diciembre hasta abril asociados a un período de lluvias (invierno).

Zambrano (1998), describe la estructura térmica mensual - anual desde 1990-1997 en La Libertad, determina que la termoclina de 20°C representa su relación con la estructura térmica del Pacifico Sureste, con un comportamiento similar durante eventos ENOS de 1991, 1992 y 1997, así como durante las fases frías de 1996. Además, manifiesta que durante un episodio ENOS la costa del Ecuador es frecuentada por ondas ecuatoriales internas Kelvin.

Materiales y Métodos

La información colectada por INOCAR en los muestreos mensuales en las estaciones fijas (Fig. 1), a bordo de embarcaciones de la Armada Nacional dotadas generalmente de ecosondas para determinar la profundidad. Se monitoreó un total de 24 estaciones en La Libertad y 12 estaciones costeras en Manta.

En cada salida se colectaron muestras de agua con botellas Van Dorn (de 5 Litros), para análisis de contajes celulares en 6 niveles de profundidad 0,10,20,30,40 y 50 m. A continuación se presenta la escala para determinar los rangos de productividad de la biomasa celular y abundancia relativa.

Contajes Celulares: Biomasa Celular

Uthermohl, (1958) Zur Ver Vollkomnung der Quantitativen Phytoplankton Methodic Mitt. Intern. Ver. Limnol. 9:11-38.
Avaria, (1965). Diatomeas y Silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina, Valparaíso 12: 61-120.

Mayor 3000	Muy abundante
1000 - 3000	Abundante
500-999	Moderado
1-499	Escaso

Abundancia Relativa: Muestras de Red

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

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

La taxonomía del fitoplancton se efectuó siguiendo los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Cupp (1943), Taylor (1976), Balech (1988), Moreno (1996).

Resultados

Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

La Libertad 1999: En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con rangos entre 746-1.372 cel/l durante los meses de agosto y noviembre y las menores concentraciones se registraron en mayo y

octubre con 65 cel/l respectivamente. A los 10 m se registraron rangos entre 960-1390 cel/l durante los meses de agosto y diciembre respectivamente.

A los 20 m, se observó el máximo repunte celular con 5.980 cel/l. En los mismos meses de agosto y diciembre siendo el valor más alto en el período de estudio.

Las menores concentraciones se registraron en mayo en los tres niveles de profundidad con 32-35-65 cel/l (Fig. 2).

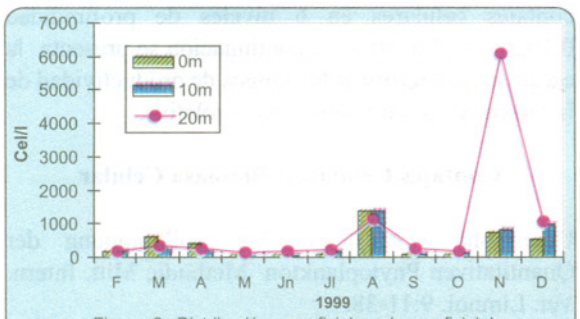


Figura 2. Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante 1999.

Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

Las mayores concentraciones de diatomeas en superficie se observaron en agosto y noviembre con rangos entre 730 - 1.390 cel/l. A los 10 m se registraron rangos entre 822 - 1.382 cel/l durante agosto y diciembre respectivamente.

A los 20 m se encontraron rangos entre 1.060 - 1.070 cel/l durante agosto y diciembre. Las menores concentraciones se observaron en mayo a los 10 y 20 m de profundidad con 18-19 cel/l (Fig.3).

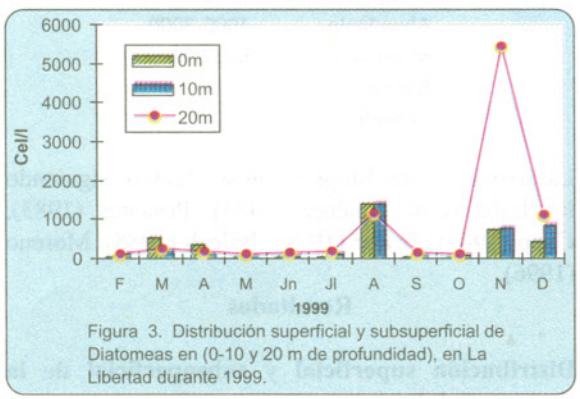


Figura 3. Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante 1999.

Las especies dominantes fueron: *Pseudo-nitzschia delicatissima, Leptocylindrus danicus, Thalassiosira subtilis, Rhizosolenia stolterfothii, Hemiaulus sinensis.*

Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

Las mayores concentraciones de dinoflagelados en superficie se registraron en febrero y diciembre con rangos que fluctuaron entre 74-80 cel/l. A los 10 m se encontraron rangos entre 50-100 cel/l durante febrero y diciembre.

Se destaca que a los 20 m se encontró 110 cel/l durante el mes de diciembre. Las menores concentraciones celulares se observaron durante el mes de agosto en los niveles mencionados con rangos entre 3- 4- 11 cel/l (Fig. 4).

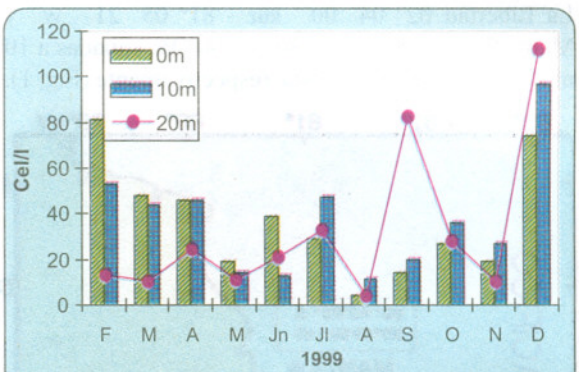


Figura 4. Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante 1999.

Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp., Oxytoxum sp., Prorocentrum micans, Cochlodinium sp., Amphidinium acutum.*

Análisis en muestras de red en La Libertad durante 1999.

Se realizó agrupamientos de las especies del fitoplancton con mayor porcentaje de diatomeas, dinoflagelados, cocolitofóridos, cianoficeas, ciliados y dentro del microzooplancton los tintinnidos.

Superficialmente se identificó 113 especies, correspondiendo a diatomeas (67), dinoflagelados (39), cianoficeas (3) y dentro del grupo del microzooplancton los tintinnidos (4).

Las especies dominantes de diatomeas en orden de abundancia relativa fueron: *Chaetoceros affinis* (45%), *Rhizosolenia stolterfothii* (14.3%), *Leptocylindrus danicus* (11.9%), *Thalassiosira subtilis* (5.78%), *Chaetoceros compressus* (2.12%).

Entre los dinoflagelados se registró *Goniodoma polyedricum* (0.21%), *Ceratium fusus* (0.12%),

Ceratocorys horrida (0.12%) y dentro del grupo del microzooplancton los tintinnidos *Eutintinnus similis* (0.08%), Codonellopsis orthoceras (0.03%), *Favella azorica* (0.03%), Fig.5.

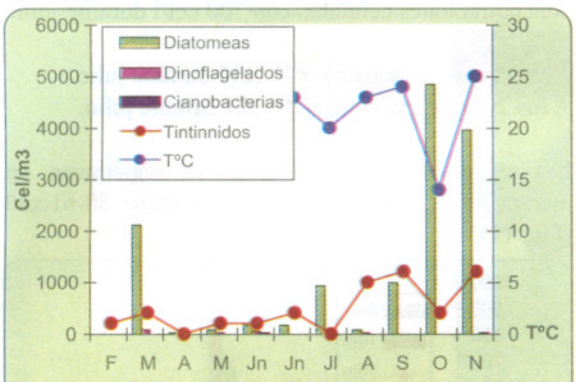


Figura 5. Análisis de la biomasa total en muestras de red 50*u*, en La Libertad durante 1999.

Contajes celulares en muestras de agua

Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

La Libertad 2000: En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con rangos entre 730- 840 cel/l durante los meses de febrero y junio respectivamente. A los 10 m se registraron rangos que fluctuaron entre 550-1.380 cel/l durante junio y noviembre respectivamente. A los 20 m, se encontraron rangos entre 440-630 cel/l durante junio y diciembre. Las menores concentraciones se registraron a los 20 m durante abril con 54 cel/l. (Fig. 6).

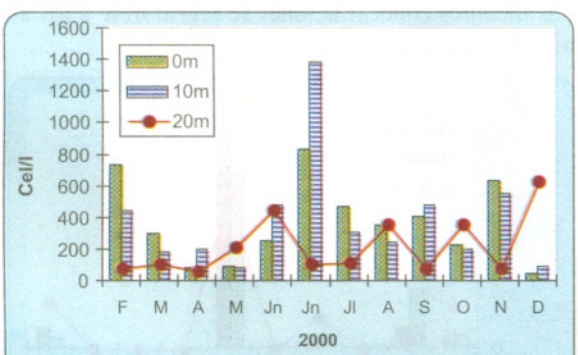


Figura 6. Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante el año 2000.

Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

Las mayores concentraciones de diatomeas en superficie se observaron en febrero, junio y octubre con rangos que oscilan entre 600-630 -724 cel/l. A los 10 m se registraron rangos entre 550-1.300 cel/l durante junio y noviembre.

A los 20 m se encontraron rangos entre 390-590 cel/l durante junio y octubre. Las menores concentraciones se observaron a los 20 m con 20 cel/l (Fig.7).

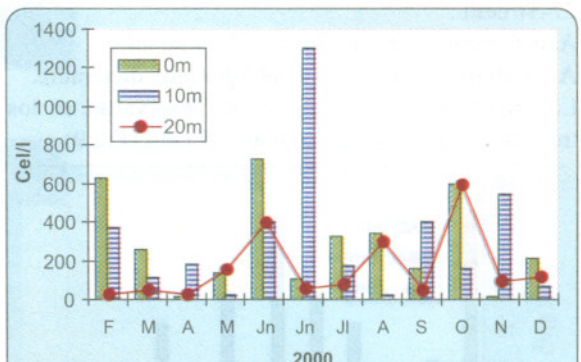


Figura 7. Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Thalassiosira subtilis, Rhizosolenia stolterfothii, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros curvisetus, Pseudo-nitzschia delicatissima.*

Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

Las mayores concentraciones de dinoflagelados en superficie se observó en junio con 340 cel/l . A los 10 m se registraron rangos que fluctuaron entre 126-130 cel/l durante julio y agosto.

A los 20 m se encontraron rangos entre 54 - 82 cel/l durante mayo y diciembre. Las menores concentraciones se observaron a los 10 - 20 m con 6-13 cel/l (Fig.8).

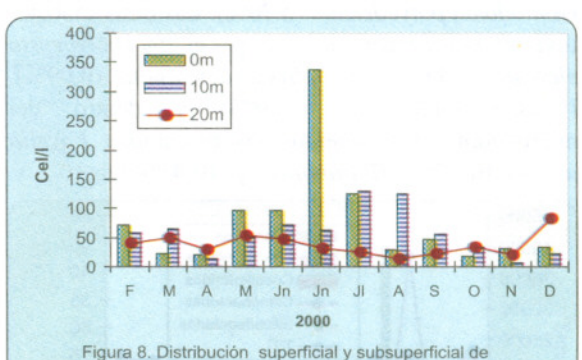


Figura 8. Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp., Oxytoxum sp., Prorocentrum micans, P. dentatum, Ceratium furca.*

Distribución superficial y subsuperficial de Cocolitofóridos.

Las mayores concentraciones de cocolitofóridos en superficie se observaron en febrero y junio con 27-31 cel/l .
A los 10 m se registró 20 cel/l durante julio.
A los 20 m se encontró 10 cel/l durante diciembre.
Las menores concentraciones se observaron en los tres niveles durante agosto con 1- 2 cel/l (Fig.9).

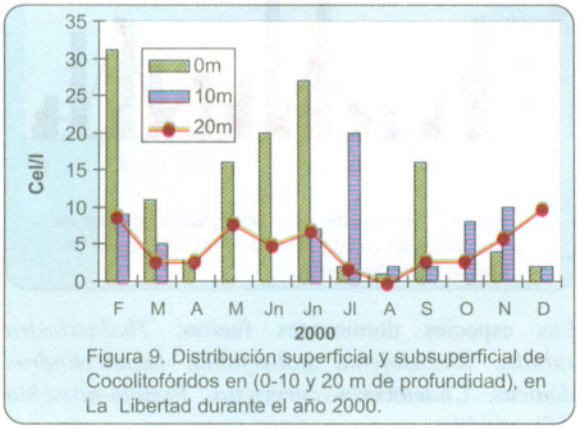


Figura 9. Distribución superficial y subsuperficial de Cocolitofóridos en (0-10 y 20 m de profundidad), en La Libertad durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Coccolithus sp., Helicosphaera carteri, Emiliana huxleyi* .

Análisis en muestras de red en La Libertad durante el año 2000.

Se identificaron 162 especies, correspondiendo a diatomeas (98), dinoflagelados (52), cocolitofóridos (2), cianoficeas (2), silicoflagelados (3), y tintinnidos (5). La composición de las especies fueron: *Rhizosolenia hebetata* (32.4%), *Thalassiosira subtilis* (12.1%), *Chaetoceros affinis* (9.78%), *Chaetoceros curvisetus* (5.66%), *Chaetoceros debilis* (4.05%), *Goniodoma polyedricum* (3.70%). Las otras especies tuvieron porcentajes menores que el 2% *Dictyocysta elegans* (1.45%), *Dinophysis acuminata* (0.09%), *Protoperidinium sp.* (0.08%) y dentro del microzooplancton tenemos los tintinnidos *Favella azorica* (0.05%), *Tintinnopsis sp.* (0.03%)Fig.10.

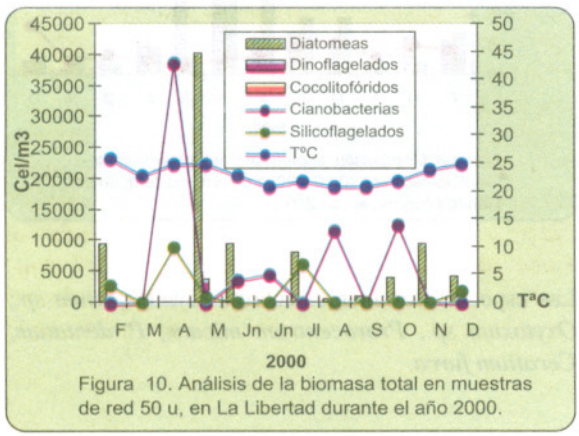


Figura 10. Análisis de la biomasa total en muestras de red 50 u, en La Libertad durante el año 2000.

Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

Manta 1999: En superficie (0m), se encontraron altas concentraciones celulares con 700 cel/l durante julio.

A los 10 m se registró 870 cel/l durante julio.
A los 20 m se encontró 620 cel/l durante julio.

Las menores concentraciones se registraron en marzo(20m) y mayo con rangos entre 58-61cel/l (Fig. 11).

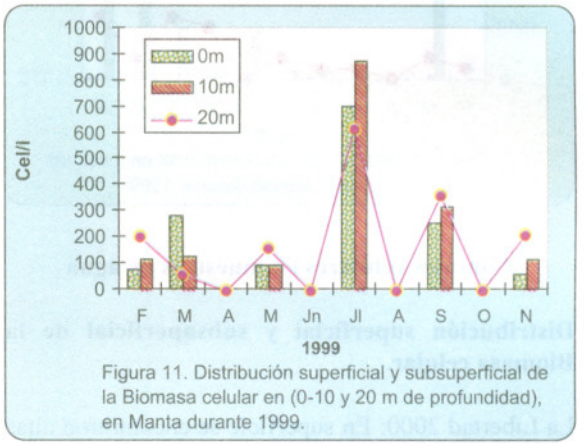


Figura 11. Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante 1999.

Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

En superficie se encontró altas concentraciones celulares con 700 cel/l durante julio. A los 10 m se registró 860 cel/l durante julio.
A los 20 m se encontró 606 cel/l durante julio.

Las menores concentraciones se registraron a los 20 m con 35 cel/l (Fig. 12).

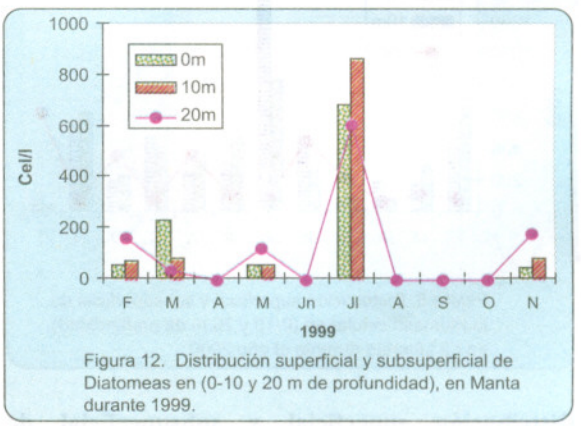


Figura 12. Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante 1999.

Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

En superficie se encontró bajas concentraciones celulares con 24 cel/l durante mayo. A los 10 m se

registró 67cel/l durante septiembre.

A los 20 m se encontró 40cel/l durante febrero. Las menores concentraciones se registraron a los 10-20 m con 6-11 cel/l (Fig. 13).

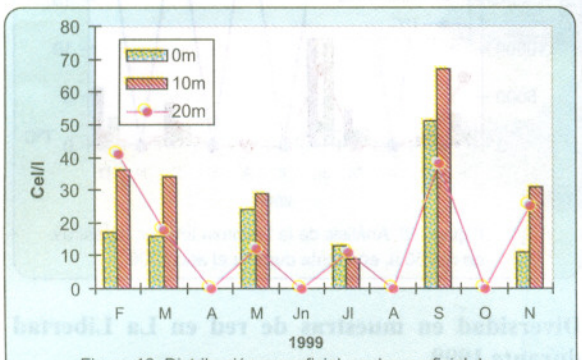


Figura 13. Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante 1999.

Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp., Oxytoxum sp., Prorocentrum micans, P. aporum, Cochlodinium sp.*

Análisis en muestras de red en Manta durante 1999.

Se identificaron 109 especies correspondiendo a diatomeas (62), dinoflagelados (39), cianobacterias (2) y tintinnidos (6). La composición de las especies fueron: *Hemiaulus sinensis* (44.9%), *Rhizosolenia imbricata* (18.2%), *Leptocylindrus danicus* (4.39%), *Chaetoceros affinis* (40%), *Chaetoceros coarctatus* (2.33%).

Las otras especies registraron porcentajes menores que el 2% como: *Ceratium fusus* (0.44%), *Goniodoma polyedricum* (0.29%), *C. trichoceros* (0.24%) y dentro del microzooplancton los tintinnidos *Tintinnopsis sp.* (0.78%), *Codonellopsis orthoceras* (0.03%), Fig.14.

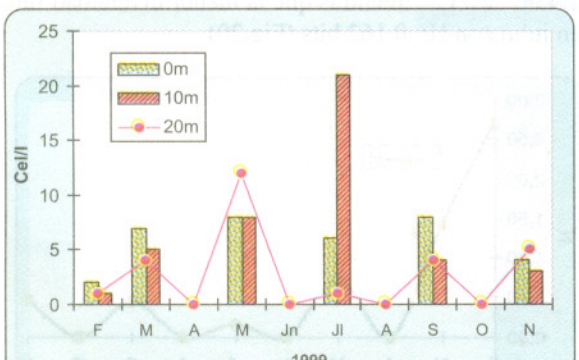


Figura 14. Distribución superficial y subsuperficial de Cocolitofóridos en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante 1999.

Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular.

Manta 2000: En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con 896- 1860cel/l durante mayo y junio. A los 10 m se registró 1.137 cel/l durante agosto.

A los 20 m se encontraron dos repuntes celulares con 337-629 cel/l durante mayo y junio.
Las menores concentraciones se registraron a los 10-20 m con 14-36 cel/l (Fig. 15).

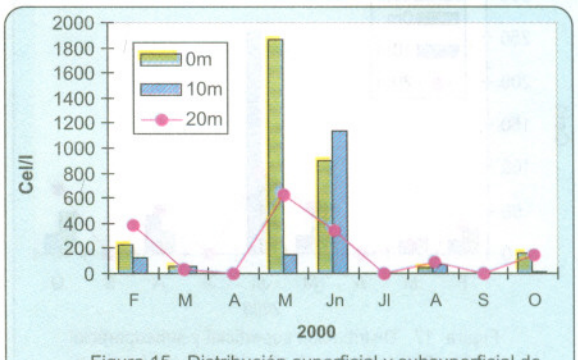


Figura 15 . Distribución superficial y subsuperficial de la Biomasa celular en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante el año 2000.

Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas.

En superficie se encontraron altas concentraciones celulares con 1.793 cel/l durante mayo. A los 10 m se registró 870 cel/l durante junio.

A los 20m se encontró 557 cel/l durante mayo.
Las menores concentraciones se registraron a los 10-20 m con 9-12 cel/l (Fig. 16).

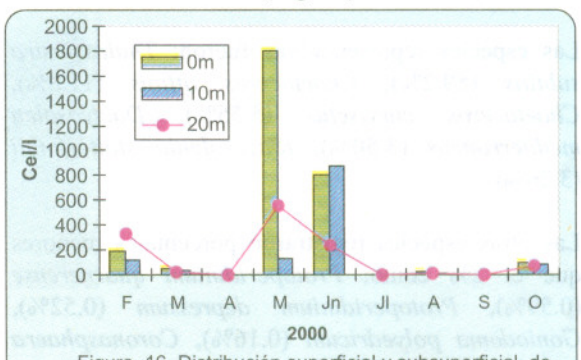


Figura 16. Distribución superficial y subsuperficial de Diatomeas en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Thalassiosira subtilis, Pseudo-nitzschia delicatissima, Rhizosolenia stolterfothii, Chaetoceros affinis, Hemiaulus sinensis.*

Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados.

En superficie se encontraron bajas concentraciones celulares con 88 cel/l durante junio. A los 10 m las concentraciones incrementaron con 258 cel/l durante junio.

A los 20 m se encontraron 97 cel/l durante junio. Las menores concentraciones se registraron en los tres niveles con 13-14-18 cel/l durante junio (Fig. 17).

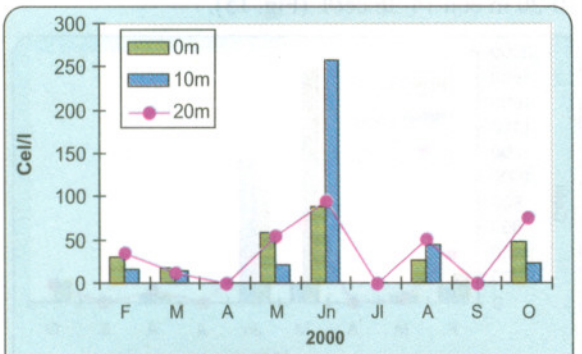


Figura 17. Distribución superficial y subsuperficial de Dinoflagelados en (0-10 y 20 m de profundidad), en Manta durante el año 2000.

Las especies dominantes fueron: *Gymnodinium sp., Oxytoxum sp., Prorocentrum micans, P. aporum, Cochlodinium sp.*

Análisis en muestras de red en Manta durante el año 2000.

Se identificaron 119 especies correspondiendo a diatomeas (66), dinoflagelados (43), cianobacterias (2), silicoflagelados (2) y dentro del microzooplancton los tintinnidos (6).

Las especies representativas fueron: *Thalassiosira subtilis* (59.2%), *Chaetoceros affinis* (11.8%), *Chaetoceros curvisetus* (5.55%), *Dactyosolen mediterraneus* (3.50%), *Rhizosolenia stolterfothii* (3.26%).

Las otras especies registraron porcentajes menores que el 2% como: *Protoperidinium quarnerense* (0.59%), *Protoperidinium depressum* (0.52%), *Goniodoma polyedricum* (0.16%), *Coronosphaera binodata* (0.08%).

También se registraron cianofíceas: *Filamentos* (0.37 %), *Oscillatoria sp* (0.02%) y dentro del microzooplancton los tintinnidos *Eutintinnus similis* (0.04%), *Favella azorica* (0.04%). Fig.18.

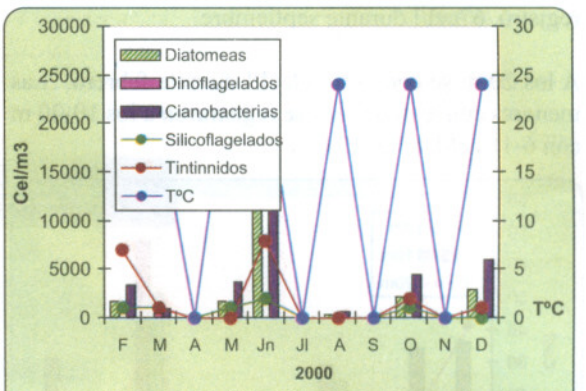


Figura 18. Análisis de la biomasa total en muestras de red 50 u, en Manta durante el año 2000.

Diversidad en muestras de red en La Libertad durante 1999.

En la capa superficial se reportaron valores altos de diversidad, en febrero y agosto con valores de H: 2.014 asociado a un valor de uniformidad de 2.667; mientras que la menor diversidad fue en julio con H: 0.068 bits (Fig.19).

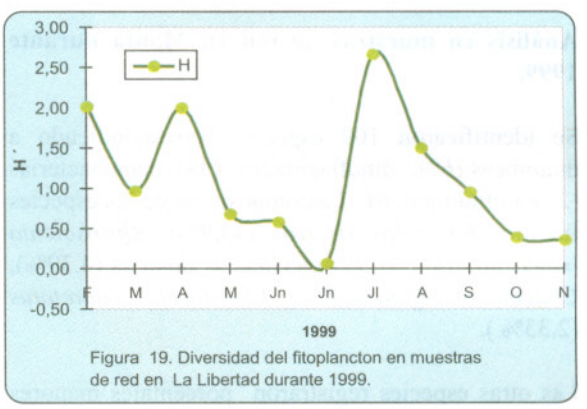


Figura 19. Diversidad del fitoplancton en muestras de red en La Libertad durante 1999.

Diversidad en muestras de red en Manta durante 1999.

La mayor diversidad de especies fue registrada en los meses de febrero y marzo con valores de H: 1.434 – 2.712 ; mientras que la menor diversidad fue en julio con H: 0.162 bits (Fig.20).

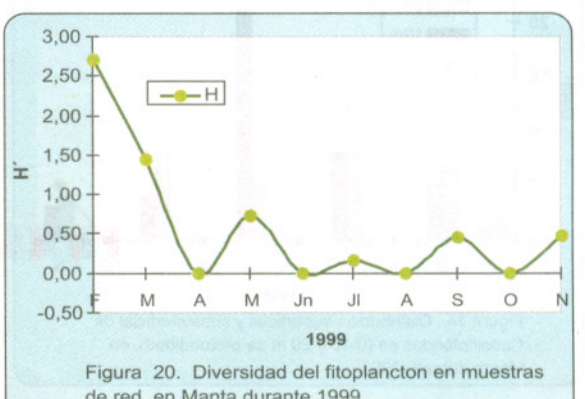


Figura 20. Diversidad del fitoplancton en muestras de red en Manta durante 1999.

Discusiones

Existen pocos trabajos de fitoplancton realizados en las estaciones fijas La Libertad y Manta, sin embargo se realizó una comparación de la composición y abundancia relativa de estudios desarrollados en ésta área del mar ecuatoriano.

A. Abundancia de las especies de Fitoplancton de contajes celulares en muestras de agua.

En cuanto a la biomasa celular en La Libertad durante los meses de agosto y diciembre de 1999, se registraron valores altos representados por 1370 cel/l y 500 cel/l en la capa superficial, respectivamente. Estos valores de biomasa celular coinciden con las altas concentraciones de clorofila a registrados en 1999.

En la capa subsuperficial de los 10 m se registró una alta biomasa celular representados por 1390 cel/l y 960 ce/l en los meses de agosto y diciembre de 1999.

En Manta, la biomasa celular registró el máximo valor en julio de 1999 representado por 700 cel/l, el cual coincide con una alta biomasa celular superior a 870 cel/l en el estrato correspondiente a los 10 m de profundidad.

Jiménez y Pesantes(1977), mencionan que la distribución vertical del fitoplancton para las aguas costeras de Ecuador ha presentado igualmente mayores concentraciones entre 10-20 m, con concentraciones menores en la superficie y bajo los 30 m de profundidad, esta información obtenida coincide con las mayores concentraciones celulares registradas a los 10 m de profundidad y en especial durante la época seca.

Jiménez y Pesantes(1978), encontraron las diatomeas abundantes entre los 10- 20 metros en la sección del Golfo de Guayaquil, predominaron los géneros de *Chaetoceros y Rhizosolenia*, especies características de la Corriente de Humboldt.

También encontraron al norte de Salinas los máximos de diatomeas con rangos entre 15.000 a 30.000 cel/l en octubre de 1973, destacando los géneros de fitoplancton predominantes en esta área: *Rhizosolenia, Nitzschia, Coscinodiscus, Thalassiosira y los Chaetoceros hacia el área oceánica, en menor proporción se encontraron Bacteriastrum, Planktoniella, Eucampia, Skeletonema.*

A la altura de Manta los máximos de diatomeas fluctuaron entre 15.000 y 30.000 cel/l con predominancia de los géneros: *Thalassiosira, Nitzschia, Chaetoceros, Rhizosolenia Coscinodiscus, Eucampia zoodiacus.*

Jiménez (1976), menciona que existen fuertes evidencias oceanográficas que indican que las corrientes superficiales del mar ecuatoriano estén influenciadas por la Subcorriente Ecuatorial que en algunas épocas puede aflorar igualmente al este de las islas Galápagos, produciendo los afloramientos ecuatoriales, que caracterizan una alta fertilidad biológica a esta latitud comparando con la información obtenida durante el período 1999-2000 se determinó que la productividad biológica, en especial las concentraciones de Clorofila a aumentó considerablemente en La Libertad durante el año 2000, existiendo la presencia de afloramientos y coincidió con las altas concentraciones celulares de fitoplancton.

En La Libertad, del año 2000 durante junio y agosto se observaron los afloramientos en la capa superficial y subsuperficial (0, 10 y 20 m de profundidad), cuando se registraron las temperaturas entre 19.41-20.28ºC.

Las menores biomasas celulares a los 0 - 50 m de profundidad, fueron encontradas en La Libertad, durante julio de 2000 y en Manta durante agosto de 2000.

(Tapia 2006), encontró en el área de Monteverde zonas de alta producción primaria con rangos que oscilaron entre 0.60 a 1.40 mg /m^3 durante la fase de reflujo.

B. Abundancia de las especies de Fitoplancton en muestras de red y su relación con los parámetros físicos, químicos.

De manera general se observó una elevada diversidad de especies de fitoplancton, destacándose en La Libertad durante 1999 un total de 113 especies y en el año 2000 se registró un total de 162 especies.

En La Libertad se determinó que las especies de fitoplancton más frecuentes y abundantes durante 1999 fueron: *Chaetoceros affinis, Rhizosolenia stolterfothii, Leptocylindrus danicus, Thalassiosira subtilis,Thalassiotrix frauenfeldii.*

En agosto y diciembre de 1999, se determinó una alta productividad representados por especies del grupo de diatomeas destacándose en orden de abundancia

las especies *Chaetoceros affinis, Ch. compressus, Bacteriastrum hyalinum, Ch. dichaeta,* registrados en agosto y *Rhizosolenia stolterfothii, Leptocilindricus danicus y Ch. affinis* observados en diciembre de 1999.

En La Libertad durante el año 2000, en especial en los meses de junio y agosto caracterizado por una alta concentración de clorofila a , se determinó en junio la abundancia de las especies *Chaetoceros affinis, Rhizosolenia stolterfothi, Thalassiosira subtilis* y en agosto se registró la dominancia de *Bacteriastrum hyalinum y Chaetoceros curvisetus*, las especies antes mencionadas estuvieron presentes en aguas frías, con temperaturas entre 19.4° - 20.2°C, lo que podría catalogarse como especies típicas de aguas frías provenientes de la Corriente de Humboldt.

En Manta se reporta una menor diversidad de especies resaltándose en 1999 un total de 109 especies y en el 2000 se determinó un ligero incremento en la riqueza de especies registrándose un total de 119 especies.

En Manta, la mayor abundancia relativa de las especies de fitoplancton se encontró en julio del año 1999 destacándose en orden de abundancia *Hemiaulus sinensis, Rhizosolenia imbricata, Leptocylindrus danicus, Thalassiosira subtilis.*

En Manta del año 2000 las especies de fitoplancton se registraron en junio destacándose en magnitud de abundancia: *Thalassiosira subtilis, Rhizosolenia imbricata.*

Las variaciones del fitoplancton es utilizada como indicador de afloramiento, Jiménez (1976), señala que entre las diatomeas las especies *Nitzchia delicatissima*, es una especie predominante en la época de afloramiento. Así tambien considera a las pequeñas especies de *Thalassiosira* tipifican un afloramiento al encontrarse en forma masiva cuando la surgencia está presente, durante la presente investigación se puede indicar que las especies *Thalassiosira subtilis, Chaetoceros affinis, Rhizosolenia stolterfothii y Leptocylindrus danicus* se podrían considerar especies indiacdoras de áreas de afloramientos debido a su abundante presencia especialmente en La Libertad durante el período frío La Niña 1999- 2000.

Conclusiones

1.- En la comunidad del fitoplancton presentó una variabilidad en la composición de especies, principalmente en La Libertad durante el año 2000 y disminuye en Manta 1999, la mayor densidad poblacional fue para el grupo de diatomeas.

2.- Las diatomeas centricas, fue el grupo predominante dentro de las 36 estaciones, seguido por las diatomeas pennadas, dinoflagelados y dentro del microzooplancton los tintinnidos.

3.- En La Libertad del año 2000 las especies de afloramientos fueron: *Rhizosolenia hebetata, Chaetoceros curvisetus, Chaetoceros debilis.*

4.- En Manta de 1999 las especies de afloramientos fueron: *Hemiaulus sinensis, Rhizosolenia imbricata, Thalassiosira subtilis, Leptocylindrus danicus, Chaetoceros affinis.*

5.- También se ha podido concluir que los procesos del afloramiento costero en las dos estaciones fijas investigadas han sido más intensos en La Libertad que en Manta.

6.- El índice de diversidad en La Libertad durante 1999 fue más alto que en el año 2000 con valores entre H:2.014-2.667 bits durante los meses de febrero y agosto; mientras que en Manta durante 1999 fue mayor que en el año 2000 con valores entre 1.434- 2.712 bits en los meses de febrero y marzo.

7.- El estudio de la variabilidad temporal del fitoplancton es una de las pocas investigaciones realizadas durante el evento La Niña 1999-2000 en Ecuador, específicamente en las estaciones fijas de La Libertad y Manta.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento al Sr. Director y Jefes del Departamento de Ciencias del Mar del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador, por las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación.

A los Jefes de las divisiones de Biología, Física, Química del Dpto. Ciencias del Mar, por facilitar los datos de las variables ambientales.

Al Dr. Roberto Jiménez en calidad de Director de la tesis, por la lectura, correcciones quien me proporcionó valiosas sugerencias e ideas vertidas al manuscrito durante el proceso de revisión y culminación de la misma.

A la Dra. Elena Gualancañay, por la lectura y las valiosas sugerencias realizadas en el anteproyecto de tesis e incursionar en los estudios del fitoplancton.

Así también deseo expresar mi gratitud al Biól. Eduardo Zambrano, por la ayuda brindada y su colaboración en las sugerencias realizadas en el ámbito de la Oceanografía Física.

Al Dr.Christian Naranjo, por la asesoría en la elaboración de las figuras que se detallan en el programa Surfer y en especial por las sugerencias efectuadas durante el proceso de la tesis.

Al Sr. Víctor Mesías por la diagramación y elaboración de la figura del área de estudio y a la Lcda. Alicia Alvarez por facilitarme la bibliografía especializada y a cada una de las personas que me brindaron su apoyo incondicional durante el anteproyecto y desarrollo de la tesis.

Bibliografía

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

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

Camacho G., 1998. Seguimiento a la evolución de los Eventos La Niña- El Niño durante el Período oct/96-oct/98 mediante la variación térmica de las masas de agua en la cuenca del Pacífico Colombiano (CPC). Boletín Científico. Centro de Control de Contaminación del Pacífico, CCCP, 7:50-57.

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

De La Cuadra T., 1999. Características meteorológicas y oceanográficas frente al Ecuador durante marzo de 1999. Boletín Científico y Técnico XVII (8). Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil: 19-30.

Diario El Universo. 2000. Diciembre 22.

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

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

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

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

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

Jiménez R., 1983. Cocolitóforidos identificados en el fitoplancton de aguas ecuatorianas. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol.2(2): 401-441.

Jiménez, R., de Barniol, L., Machuca, M., Quinde, W. 1996. Informe Preliminar Sobre La Mortalidad de Bagres Marinos en el Río Guayas, Ecuador. Acuacultura del Ecuador : 23- 33.

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

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

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

Shannon Weaver., 1964. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press: 125.

Seoánez M., 2002. Análisis climático en los estudios medioambientales. Tratado de climatología aplicada a la ingeniería medio ambiental. Colección ingeniería del medio ambiente. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid- España: 419-426.

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

Tapia M., 2006. Estudio de las Comunidades del Fitoplancton en el Area de Monteverde, Península de Santa Elena. En Prensa.

Taylor F., 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean expedition. A report on material collected by the R.V. "Anton Brunn". Institute of Oceanography and Departament of Botany, Canada :227.

UNESCO, 1966. Methodology for oceanic CO2 measurements. Final Report of SCOR Working Group 75 Woods Hole, U.S.A. October 1988. UNESCO Technical papers in Marine Science.

Utermohl H., 1958. Zur Ver Vollkomnung der Quantitativen Phytoplankton Methodic Mitt. Intern. Ver. Limnol. 9:1-38.

COMUNIDADES DEL PLANCTON EN LA CALETA AEOLIAN DE LA ISLA BALTRA – GALAPAGOS (ECUADOR), DURANTE 2005*

Por: Christian Naranjo [1]
María Elena Tapia [1]

Resumen

Durante el estudio se colectaron muestras de aguas superficiales en 12 estaciones distribuidas en la Bahía Aeolian de la isla Baltra, Islas Galápagos para determinar la producción primaria y secundaria de la cadena alimentaría, las muestras de plancton fueron colectadas durante los días 9 al 13 de marzo de 2005.

Con relación a la biomasa celular se identificaron 24 especies en la capa de agua superficial y 84 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, cocolitóforidos.

En contajes celulares las especies dominantes en el área en estudio fueron Gymnodinium sp., Filamentos sp., Coscinodiscus excentricus, Thalassiotrix frauenfeldii. En las muestras de red (50u), se registraron las especies típicas de aguas con características de alta productivad: Corethron criophyllum, Chaetoceros peruvianus.

En cuanto a la productividad zooplanctónica se determinó una mayor biomasa colectada con la red de 335u en comparación con la red de 600u, y se destaca que la máxima biomasa del zooplancton de 1477 Org/100m³ se encontró en la estación 4.

Adicionalmente se observó una relación inversamente proporcional entre las abundancias de Huevos de peces y el phylum Quetognatos. En cuanto a las especies de Quetognatos se observó la presencia en orden de abundancia a Sagitta neglecta, S. bedoti, S. pacifica , estas especies son propias de la época húmeda.

Palabras Claves: *Productividad, biomasa, comunidad, taxas.*

Abstract

During the study one collected superficial water samples in 12 stations distributed in the Aeolian Bay of the Baltra, Galapagos Islands to determine the primary productivity and secundary on the chain it would feed, the samples of plankton were collected during days 9 to the 13 of March of 2005.

In relation to the biomass cellular one identified 24 species in the superface waterproof cloak and 84 species were determined in the samples of network of 50u. In the phytoplankton community, the diatoms prevailed dominant and in smaller concentration the dinoflagelados groups, silicoflagellates, cocolithoforids.

In counts cells the dominant species in the area in study were Gymnodinium sp., Filamentos sp., Coscinodiscus excentricus, Thalassiotrix frauenfeldii. In the network samples (50u), the typical water species were registered with high productivity characteristics: Corethron criophyllum, Chaetoceros peruvianus.

As far as the zooplanktony productivity a greater biomass collected with the network of 335u in comparison with the network of 600u was determined, and it stands out that the hight biomass of zooplankton was in station 4. Additionally a proportional relation inversely between the abundances of Eggs of fish and taxa of Quetognatos was observed. As far as the species of Quetognatos the presence in abundance order was observed Sagitta neglecta, S. bedoti, S pacifica , these species are typically of wet season.

Key Words: *Productivity, biomass, comunnity, taxa.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

[*] Trabajo presentado en las XXXI Jornadas de Biología – Guayaquil, 22 al 24 de noviembre del 2007, ESPOL, Campus Las Peñas.

Introducción

El Pacífico Ecuatorial Central en zonas cercanas a las islas Galápagos, son áreas de alta productividad biológica causada por el afloramiento ecuatorial, dándole una característica ecológica única en estas islas y enfoque de intensivas investigaciones y experimentos para entender los procesos que controlan la productividad del fitoplancton, debido a su gran variabilidad océano- atmosférica (Murphree y Reynolds, 1995).

Uno de los aportes en la productividad biológica son los efectuados por (Maxwell, 1974) quien realizó estudios de productividad biológica mediante mediciones de clorofila a alrededor de la isla Isabela.

Se han desarrollado estudios de plancton alrededor de las islas Galápagos en diferentes épocas del año, sin embargo estudios puntuales en la bahía Aeolian de la isla Baltra no se han efectuado.

En cuanto a los estudios efectuados a la fauna del zooplancton en aguas circundantes a las islas Galápagos se hace referencia algunos trabajos.

Bonilla., 1983, desarrolló una breve descripción de los trabajos realizados en esta área, mencionando que existen datos aislados sobre Copépodos parásitos, poliquetos, anfípodos realizados por la expedición denominada Allan Hancock Expedition durante 1937, 1939 y 1954, respectivamente.

Arcos y Bonilla., 1989, estudiaron la variación temporal del zooplancton de una estación fija en Bahía Academia de la isla Santa Cruz, Galápagos durante el período 1986-1988, estableciendo relaciones con la temperatura superficial del mar, y determinaron que los principales grupos que componen el zooplancton fueron los Copépodos, Larvas de Decápodos, Huevos de peces, Lamelibranquios, Ostrácodos, Pterópodos y Apendicularios.

El propósito del trabajo es determinar la composición, abundancia de los grupos dominantes del fitoplancton y zooplancton, establecer las especies de Quetognatos y su relación con la temperatura superficial del mar durante marzo de 2005 correspondiente a la época húmeda.

Así como también establecer la biomasa del zooplancton presente en cada una de las estaciones comparando con diferentes aperturas de mallas empleadas.

Área de Estudio

Las islas Galápagos constituyen uno de los más complejos, diversos y únicos archipiélagos oceánicos del mundo, considerado como un laboratorio natural que ha contribuido al estudio y conocimiento de los procesos evolutivos, con relevancia mundial para la ciencia, la educación y el turismo de naturaleza.

"La Provincia de Galápagos está conformada por 19 islas, 47 islotes y al menos 26 rocas o promontorios de origen volcánico situadas en el Océano Pacífico a 960 kilómetros del Ecuador continental. Por sus características de formación, su localización que recibe la influencia de varias corrientes marinas, la diversidad biológica marina, el endemismo de su flora y fauna terrestre y por la presencia de procesos evolutivos no alterados, fue declarada Patrimonio Natural de la Humanidad" (Ley de Régimen Especial de Galápagos, 1998).

La isla Baltra, la Caleta Aeolian se encuentra localizada al sureste de la isla Santa Cruz, y las estaciones muestreadas para la presente investigación se encuentra circunscritas entre las siguientes coordenadas: 90° 28'00 - 90° 30'39 W de longitud y 00°45'83 - 00°42'22 S de latitud (Figura. 1).

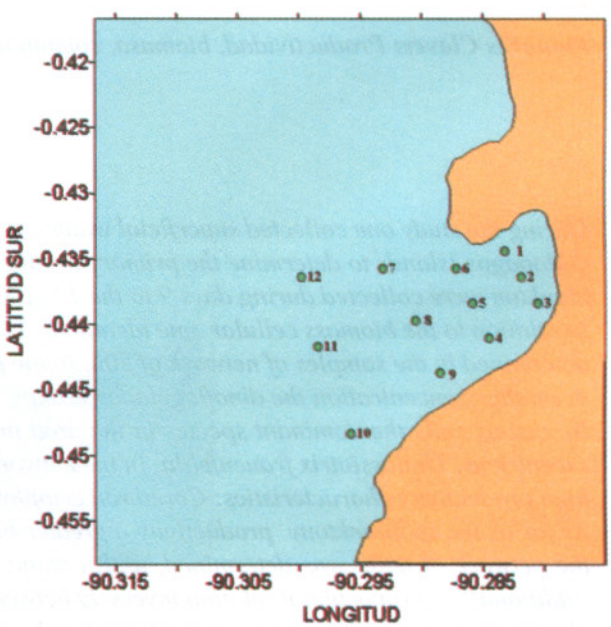


Figura 1. Ubicación de las estaciones en la caleta Aeolian, isla Baltra-Galápagos durante el 2005.

Materiales y Metodos

Para el presente estudio se consideró en la componente de la productividad primaria los parámetros de clorofila a, contajes celulares y especies colectadas con redes.

Clorofila a: Se colectaron muestras de agua de mar con la ayuda de una botella Van Dorn en la capa superficial. El contenido de muestras para Clorofila a osciló entre 500 ml y 1000 ml, de agua marina.

Posteriormente las muestras fueron filtradas con una bomba al vacío a través de filtros de fibra de vidrio Whatman (0.40 micras) y se adicionó 2 ml de carbonato de magnesio, luego los filtros fueron envueltos con papel aluminio y pasaron a refrigeración por 24 horas y leidas por fluorometría.

Contajes celulares: Se colectó 250 ml de agua de mar para realizar un análisis cuantitativo de las células presentes mediante el método de Uthermol.

Arrastres planctónicos: Se realizaron arrastres superficiales durante 10 minutos a una velocidad de 2 nudos, se empleó redes de 30 cm de diámetro con una abertura de malla de 335u y una red con características de 45 cm de diámetro con una apertura de malla de 600u para colectar muestras de las categorías de mesozooplancton y macrozooplancton respectivamente. Adicionalmente se utilizó un red de 30 cm de diámetro con una abertura de malla de 55 u para colectar muestras de fitoplancton.

Se emplearon flujómetros previamente calibrados para determinar el volumen de agua filtrada a través de la red, registrándose las lecturas iniciales y finales en cada uno de los lances. Las muestras fueron fijaron con solución de formaldehído al 4% previamente neutralizados con Tetraborato de sodio (Bórax).

En el laboratorio se procedió a extraer alícuotas con la ayuda del separador de Folsom, sin embargo a la escasa cantidad de biomasa zooplanctónica se analizó toda la muestra planctónica obtenida mediante arrastres superficiales. Posteriormente las muestras fueron analizadas para determinar cualitativa y cuantitativamente las comunidades del fito y zooplancton.

Para la identificación de las especies de fitoplancton se emplearon los siguientes trabajos realizados por Cupp (1943), Jiménez (1975), Jiménez (1983), Pesantes (1983), y Moreno et., al (1996).

Para la identificación de las taxa del zooplancton se utilizaron los Manual de zooplancton de Tregouboff & Rose (1957), Boltovskoy (1981) y Gasca & Suárez (1996); De Boyd, S. (1977).

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 utilizaron las claves taxonómicas del trabajo realizado Bonilla (Op. cit); 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).

Resultados

a) Fitoplancton:

Clorofila a

En las estaciones 2 y 4 se registraron altas concentraciones de clorofila a representados con rangos entre 1.88 - 1.40 mg/m³, en la capa superficial. Los menores valores clorofílicos se encontraron en las estaciones 7 y 12 con valores de 0.78 mg/m³ (Fig. 2).

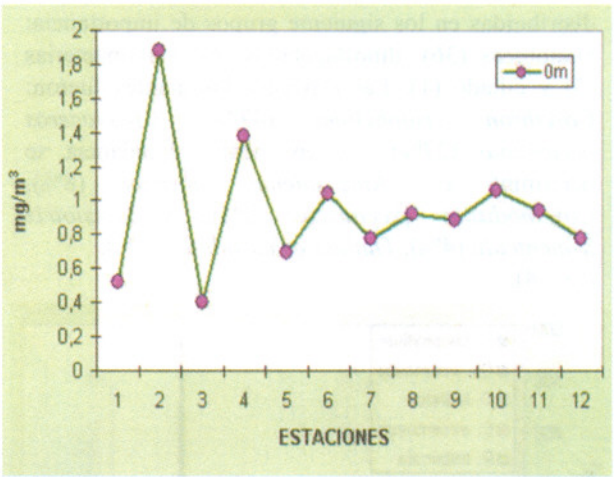


Figura 2. Variabilidad Superficial de Clorofila a en la Isla Baltra durante marzo del 2005.

Contajes Celulares

En la estación 2 se registraron las mayores concentraciones de biomasas celulares con valores de 444 cel/l, a nivel superficial, de esta biomasa se reporta un total de 24 especies, entre las especies dominantes de esta biomasa celular estuvo conformado en orden de abundancia por las especies: *Gymnodinium sp., Filamentos sp., Coscinodiscus excentricus, Thalassiotrix frauenfeldii, Thalassiosira subtilis.*

La menor concentración de la biomasa célular se localizó en la estación 12 representado por una escasa

biomasa celular de 86 cel/l (Fig. 3).

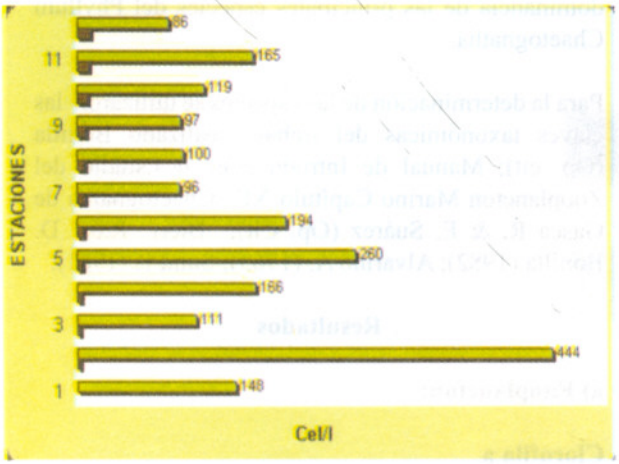


Figura 3. Distribución Superficial de la Biomasa celular en la Isla Baltra durante marzo del 2005.

Análisis cualitativos de Fitoplancton (Red 50u)

La mayor abundancia y diversidad del fitoplancton se registró en la estación 9, con un total de 981 cel/m³ y 46 especies identificadas, las cuales fueron distribuidas en los siguiente grupos de importancia: Diatomeas (36), dinoflagelados (6), cianobacterias (3) y ciliado (1). Las especies dominantes fueron: *Corethron criophyllum* (47%), *Chaetoceros peruvianus* (27%), y en menor abundancia se determinó a *Rhizosolenia imbricata* (8%), *Coscinodiscus excentricus* (5%), *Thalasssiotrix frauenfeldii* (4%), *Thalassiosira subtilis* (2%). (Fig. 4).

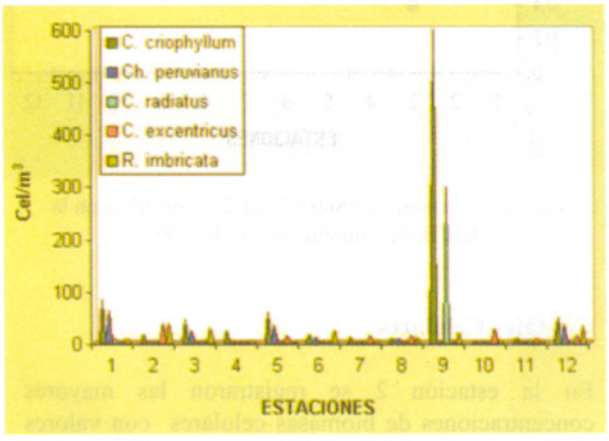


Figura 4. Arrastres Superficiales del Fitoplancton en la Isla Baltra durante marzo del 2005.

En cuanto a otras áreas se observó en la estación 11 la menor densidad fitoplanctónica representado por una escasa biomasa célular a 74 cel/m³ se destaca la presencia de similares especies resaltándose en orden de abundancia las especies *Ceratulina bergonii, Grammatophora marina, Coscinidiscus excentricus, C. Concinnus, Corethron criophylum* .

Valores de Transparencia del agua

En el área de estudio la transparencia alcanzaron bajos valores de intensidad lumínica con rangos de 4 a 13 metros de profundidad, estos valores indica posiblemente se encuentre asociadas a una alta productividad primaria, en la estación 2 se registró un valor de 4 m (Fig. 5).

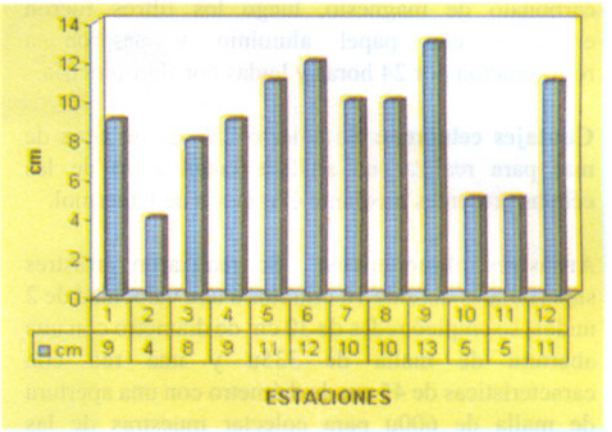


Figura 5. Variabilidad de la Transparencia (Disco Secchi) en la Isla Baltra durante marzo del 2005.

b) Zooplancton:

Se analiza que la biomasa de zooplancton colectado con la red de 335u fue ligeramente superior al colectado con la red de 600u en la mayoría de las estaciones muestreadas en la caleta Aeolian.

Se estableció rango de biomasa zooplanctónica que fluctuó entre 10 a 1400 Org/100m³ , destacándose la mayor abundancia de zooplancton se encontraron en las estaciones 4, 10 y 11 con una biomasa zooplanctónica que superó los 1100 Org/100 m³ en cada una de las estaciones mencionadas.

La menor abundancia de zooplancton representada por 10 Org/100 m³ se registró en la estación 8 (Figura. 6).

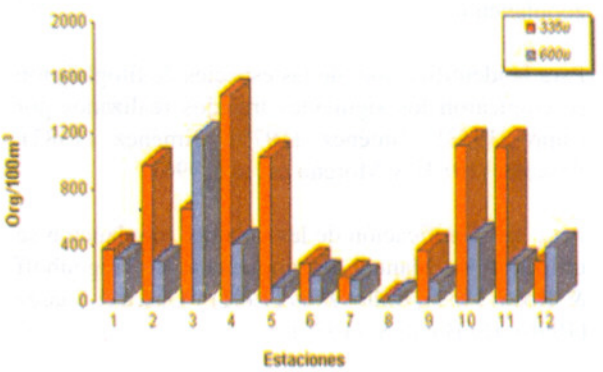


Figura 6. Distribución de la abundancia de zooplancton en la Isla Baltra durante marzo del 2005.

En cuanto a la biomasa zooplanctónica colectada con la red de 600u se registró la mayor abundancia en la estación 3 representado con 1100 Org/100 m³ y de manera general se determinó una escasa biomasa zooplanctónica con valores inferiores a 400 Org/100m³ en el resto de las estaciones monitoreadas.

Uno de los grupos importantes que conforman el zooplancton, seguido de los Copépodos son los denominados Gusanos marinos o saetas que corresponden al phylum Quetognatos, por ende se realizó una comparación entre la abundancia y distribución poblacional de los Quetognatos y Huevos peces. Se destaca que existe una relación inversamente proporcional entre la abundancia poblacional de estos grupos taxonómicos, y se determinó de manera general que se presentó una mayor abundancia de huevos de peces y un baja abundancia poblacional de Quetognatos (Fig. 7).

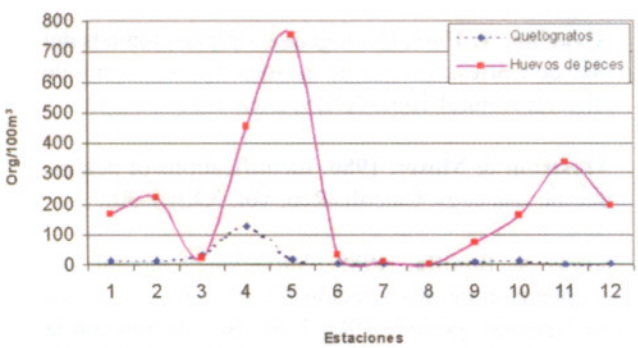


Figura 7. Relación entre la abundancia de Quetognatos y Huevos de peces en la Isla Baltra durante marzo del 2005.

Abundancia de las principales especies de Quetognatos.

Se registró una relativa diversidad de especies destacándose que la mayor riqueza de especies se encontró en la estación 4, y se encontró una densidad poblacional representado por 125 Org/100 m³ de Quetognatos.

Cabe resaltar que las especies dominantes y frecuentes en la mayoría de las estaciones en el área de estudio corresponden al género Sagitta representados por una abundancia relativa de (42%), seguido en orden de abundancia *Sagitta neglecta* (29.2%) *S. bedoti* (9.1%) y *S. pacifica* (6.2%), estas especies de Quetognatos estuvieron presentes a temperaturas que fluctuaron entre 25.5 a 26.8 °C.

Las especies citadas anteriormente son típicas de aguas cálidas las cuales por su abundancia se pueden considerar como normales para la época húmeda.

En menor escala de abundancia relativa se registró *S. enflata* (5.2%), *S. mínima* (2.3%), *S. bipunctata* (2.3%), *Pterosagitta draco* (2.1%) adicionalmente se reporta las especies *S. peruviana y S. bierii* con valores de abundancia relativa menor a 1%. Estas especies se encontraron en mayor número de ejemplares solo en la estación 4 y se observó una agregación de organismos corresponde al *phylum Quetognatos* (Fig. 8).

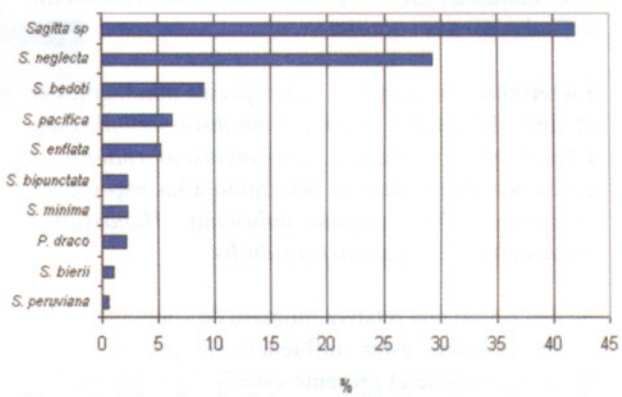


Figura 8. Abundancia de las especies de quetognatos en la Isla Baltra durante marzo del 2005.

La menor abundancia relativa y diversidad de especies de Quetognatos se registró en la estación 7, reportándose exclusivamente a *Sagitta pacifica* representado por 2 ejemplares y determinándose una baja riqueza específica.

Discusiones

(Cullen, Reid y Stewart, 1982), consideran a la clorofila a, como un indicador de biomasa fitoplanctónica, utilizada para definir zonas potencialmente productivas, prueba de esto se determinó que en la estación 2 se registró una alta clorofila a, el cual coincidió con la máximas biomasa de contaje celulares en las estaciones en estudio.

Se compara con una información obtenida de clorofila a durante el crucero oceanográfico efectuado en mayo de 2004, Tapia y Naranjo (2005-2006) determinaron que las mayores concentraciones de clorofila a oscilaron con rangos entre 0.20 a 0.40 mg/m³ , determinándose que estos valores fueron inferiores a los registrados durante la presente investigación.

Por tal motivo se puede aseverar que las áreas costeras en las islas Galápagos presentan un patrón general de mayor productividad primaria en términos de clorofila a y contajes celulares, especialmente durante la época seca, propicia para observarse en la zona costera una elevada productividad primaria, similares resultados se observó en la época húmeda.

Las especies correspondiente al grupo de las diatomeas fueron más abundante del Fitoplancton, principalmente conformado por las diatomeas centrales, que soportan fuerte capa de mezcla vertical influenciada por los regímenes de mareas. Cuantitativamente se destaca la presencia abundante de las especies de dinoflagelados a *Gymnodinium sp* y en el grupo de las diatomeas a las especies *Coscinodiscus excentricus, Thalassiotrix frauenfeldii y Thalassiosira subtilis.*

En términos cualitativos, las especies dominantes en el área de estudio fueron: *Corethron criophyllum, Chaetoceros peruvianus, Coscinodiscus radiatus*, y en menor abundancia se determinó a las especies C. *excentricus, Rhizosolenia imbricata, Thalassiotrix frauenfeldii y Thalassiosira subtilis.*

Se determinó una relativa biomasa de zooplancton los cuales pueden estar influenciados por la época húmeda, durante el presente estudio las temperaturas estuvieron fluctuando entre 25.5° C a 26.5° C que se puede indicar que son normales para la época y área. Dentro de la comunidad del zooplancton se resalta una abundante fracción de meroplancton debido a presencia de huevos de peces, este grupo presentó unos patrones de abundancia relativamente altos posiblemente debido a la escasa abundancia de la población de Quetognatos.

Se puede indicar que existe una relación indirectamente proporcional estableciéndose posiblemente una mayor abundancia de huevos de peces y una menor abundancia de Quetognatos y viceversa, en virtud de que los quetognatos son altamente depredadores dentro de la cadena alimentaría marina, constituyéndose en su dieta principal este grupo de Huevos de peces.

Conclusiones

Se determinó una elevada productividad, registrándose valores altos de clorofila a caracterizando a esta bahía como una área de mayor productividad fitoplanctónica.

Se observó un patrón similar en la distribución de la biomasa celular resaltándose la mayor productividad coincidentemente en la estación 2.

Se establece en orden de abundancia las especies *Corethron criophyllum y asociada a Chaetoceros peruvianus, Coscinodiscus radiatus, C. excentricus, Rhizosolenia imbricata, Thalassiotrix frauenfeldii y Thalassiosira subtilis*, que constituyen al grupo de las diatomeas y en términos generales su abundancia se considera normal para la época y el conjunto de estas especies caracterizan ecosistemas con una elevada productividad fitoplanctónica.

Se observó una moderada abundancia de zooplancton destacándose las taxa en términos de abundancia a microcrustáceos representado por el Copépodos, otro grupo abundante fueron Huevos de peces, que presentó una relación inversamente proporcional con la abundancia del phylum Quetognatos.

Se determinó una escasa abundancia de quetognatos representados por un total de 9 especies correspondiente al género *Sagitta* destacándose las especies abundantes a *S. neglecta y S. bedoti*, adicionalmente se encontró la especie *Pterosagitta draco.*

Bibliografía

Alvariño, A. 1963. Quetognatos Epiplanctónicos del mar de Cortes. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural Tomo XXIV, Dic., 1963: 97-243.

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

Arcos y Bonilla. 1989. Variación temporal del zooplancton de una estación fija en bahía Academia (Galápagos) período 1986-1988: Su relación con la temperatura superficial. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 5 (1): 14-23.

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.

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

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

Bonilla, D. 1983. El zooplancton de las Islas Galápagos. Acta oceanográfica del Pacífico. Vol. 2, No 1: 119-146.

Cullen, Reid y Stewart.1982. Phytoplankton in the surface and chlorophyll maximum of southem. California in august, 1978. J.Plank. Res. 4:665-694

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.

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 :1-711.

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.

Ley de Régimen especial de Galápagos, LOREG, 1998. http://www.elaw.org/resources/text.asp.

Maxwell, D., 1974. Marine primary productivity of the Galapagos Archipelago. Degree. Doctor of Philisophy of the Ohio State University.

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

Murphree y C. Reynolds. 1995. El Niño and La Niña effects on the northeast Pacific, the 1991- 1993 and 1988 – 1989 events. Simposium of the CALCOFI conference. Part II. CALCOFI, 36: 45 – 56.

Pesantes, F., 1983. Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 283-399.

Ramírez A. 1999. Las surgencias costeras de América. Revista geofísica N. 51, en http:// www.ipgh.org.mx/eng/pub-

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

Semina G., 1967. Phytoplankton: In the Biology of the Pacific Ocean: party I, Plankton.

Sund, P. 1961. Two new species of Chaetognatha from waters off Perú. Revista Pacific Science, Vol. XV, January 1961: 105- 116.

Tapia, M., y Torres G. 2000. Variabilidad fitoplanctónica en 5 Bahías , islas Galápagos, Ecuador. Acta Oceanográfica Vol. 10. (1): 151 – 155.

Tapia y Naranjo, 2005-2006. Plancton alrededor de las islas Galápagos, durante el crucero oceanografico efectuado en mayo de 2004. Acta Oceanográfica Vol. 13. (1): 137 – 169.

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

ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL PLANCTON EN LAS RIBERAS DEL HUMEDAL ISLA SANTAY, RIO GUAYAS DURANTE LOS AÑOS 2000 y 2002*

Por: María Elena Tapia [1]
Christian Naranjo [1]

Resumen

El presente trabajo comprende el estudio de la variabilidad temporal cualitativa y cuantitativa del fitoplancton, zooplancton e ictioplancton en las riberas de la isla Santay, de la Provincia del Guayas. Para el efecto se analizaron 16 muestras, obtenidas durante noviembre del 2000 y enero del 2002.

Se identificaron 38 especies de fitoplancton en muestras de agua y 51 especies en muestras de red (50u). Las diatomeas fueron dominantes y en menor concentración los dinoflagelados, cianobacterias, silicoflagelados y tintinnidos.

La biomasa celular estuvo representada principalmente por Skeletonema costatum, Paralia sulcata y Coscinodiscus excentricus, especies que fueron abundantes en el área de estudio.

En muestras de red se observaron especies estuarinas: Actinoptychus senarius, Coscinodiscus excentricus, C. concinnus y especies bénticas: Polymixus coronalis, Cyclotella menenghiniana, que caracteriza una alta fertilidad en el área.

Durante el año 2000 se presentó una menor biomasa zooplanctónica con una variabilidad en la abundancia de los principales grupos del zooplancton, destacándose el grupo dominante las Larvas de peces y representado por el género Anchoa sp. y su abundancia temporal está influenciada principalmente por la época estacional, factores físicos y estados de mareas.

Mientras que durante el año 2002 se observó una mayor biomasa zooplanctónica y mayor diversidad de especies, esta biomasa estuvo representado principalmente por microcrustáceos tales como Nauplios de cirripedios, Copépodos, Zoeas de brachiuras, Copepodos, Larvas de peces y Larvas de poliquetos, en comparación con el año 2000.

La abundancia de una fracción de algunos grupos del zooplancton pertenecientes al meroplancton es un índice que caracteriza áreas productivas principalmente por la presencia de estadíos larvales de crustáceos y peces.

Palabras Claves: *Diversity, productivity, biomass, abundance, taxa.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador
[*] Trabajo presentado en el I Simposio Internacional sobre Humedales del Ecuador- Loja, 24-28 de julio del 2006.

Abstract

The present work includes/understands the study of the qualitative and quantitative temporary variability of the phytoplankton, zooplancton and ictioplancton in the shores of the Santay island, of the Province of the Guayas. For the effect 16 samples, obtained during November of the 2000 and January of the 2002 were analyzed.

38 species of phytoplankton in water samples and 51 species in network samples were identified (50u). The diatomns were dominant and in smaller concentration the dinoflagellates ones, cianobacterys, silicoflagellates, and tintinides.

The cellular biomass was represented mainly by Skeletonema costatum, Paralia sulcata and Coscinodiscus excentricus, species that were abundant in the study area.

In network samples species were observed estuarys and benthicas : Actinoptychus senarius, Coscinodiscus excentricus, C. concinnus, Polymixus coronalis, Cyclotella menenghiniana, characteristic of a high fertility.

During year 2000 a smaller zooplanctónica biomass with a variability in the abundance of the main groups of zooplancton appeared, standing out the dominant group the Larvae of fish and represented by the sort Anchovy sp. and its temporary abundance is influenced mainly by the seasonal time, physical factors and states of tides.

Whereas during year 2002 a greater zooplanctónica biomass was observed and greater diversity of species, this biomass was represented mainly by microcrustaceans such as Nauplios of cirripedios, Copépodos, Zoeas of brachiuras, Copepodos, Larvae of fish and Larvae of poliquetos, in comparison with year 2000.

The abundance of a fraction of some groups of zooplancton pertaining to meroplancton is an index that mainly characterizes productive areas by the presence of larval estadios of crustaceans and fish.

Key Words: *Diversity, productivity, biomass, abundance, taxa.*

Introducción

Los Humedales son extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de regímenes natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de aguas marinas cuya profundidad, en marea baja, no exceda de seis metros (EcoCiencia 2001).

Los humedales tienen importancia ecológica y socioeconómica. En efecto, en suelos anegadizos son potencialmente muy productivos debido a la gran cantidad de nutrientes traídos por el agua que les llega durante las etapas de inundación.

(Stevenson 1981), en su trabajo sobre las "Variaciones estacionales en el golfo de Guayaquil", evaluó las condiciones físicas, químicas y biológicas de esta área. En lo que respecta a la concentración y distribución del zooplancton, este autor observó una diferencia bien acentuada entre el zooplancton superficial y el subsuperficial tanto del estuario interior como del exterior.

De manera general concluye 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.

El objetivo del presente estudio es conocer la distribución cualitativa y cuantitativa de las especies del fitoplancton, zooplancton e ictioplancton y su relación con las condiciones ambientales durante el período en estudio.

Área de Estudio

El humedal isla Santay está localizado en la provincia del Guayas frente a la ciudad de Guayaquil, incluye la isla del Gallo y bancos de arena del cauce del río Guayas. Los límites de este humedal son las riberas de las ciudades de Guayaquil y Durán.

El humedal isla Santay tiene una extensión de 4705 has, de las cuales 2179 corresponden a la isla y 2505 a las aguas circundantes. Limita al norte y al este con la ciudad de Durán, al sur con Las Esclusas y al oeste con la ciudad de Guayaquil (Comité ecológico 2002).

El golfo de Guayaquil es el accidente geográfico más importante de la costa del Pacífico, caracterizado por su gran riqueza en nutrientes y productividad primaria que favorecen la diversidad de especies fitoplanctónicas y zooplanctónicas y por ende la variedad y abundancia de recursos pesqueros (Luzuriaga, M., D. Ortega, E. Elías y M. E. Flores 1998).

El golfo de Guayaquil comprende dos regiones perfectamente definidas:

• Región estuarina interior: que se extiende hacia el oeste dentro del estuario del río Guayas y comprende los canales del Morro y Jambelí hasta la línea imaginaria que pasa por el borde occidental de la isla Puná.

• La región estuarina exterior que se extiende desde el borde occidental mencionado hasta la isóbata de las cien brasas en el golfo.

Se muestrearon en 2 oportunidades un total de 8 estaciones durante noviembre 20-21 del 2000 y enero 2 del 2002, para las muestras de clorofila a, contajes celulares y fitoplancton y en las estaciones de 1 - 6 para las muestras de zooplancton e ictioplancton.

A continuación se presenta las coordenadas de las estaciones en estudio.

ESTACIONES	LATITUD	LONGITUD
1	02º 11´ 61" Sur	79º 51´ 51" W
2	02º 11´ 30" Sur	79º 51´ 56" W
3	02º 12´ 40" Sur	79º 49´ 80" W
4	02º 12´ 42" Sur	79º 50´ 03" W
5	02º 14´ 07" Sur	79º 50´ 31" W
6	02º 14´ 10" Sur	79º 49´ 69" W
7	02º 15´ 75" Sur	79º 49´ 84" W
8	02º 15´ 51" Sur	79º 50´ 49" W

Tabla 1. Ubicación de las estaciones en estudio.

La cuenca del río Guayas tiene una extensión de 55 Km. y medio desde la ciudad de Guayaquil hasta la isla Verde al final del río con un ancho uniforme entre 1.5 Km. y 3 Km. frente a Guayaquil, este se divide en dos ramales que bordean la isla Santay de 5 Km. de ancho.

El área de captación del sistema fluvial del río Guayas comprende una superficie de 32600 Km² hasta la ciudad de Guayaquil de los cuales 10000 Km² constituyen la denominada ¨ Planicie fluvial del Guayas¨ caracterizada por tierras de topografía muy plana, relativamente próximas al nivel del mar, con altura absoluta promedio de 5 metros conformada por suelos arcillosos altamente impermeables y fácilmente inundables (Fig 1).

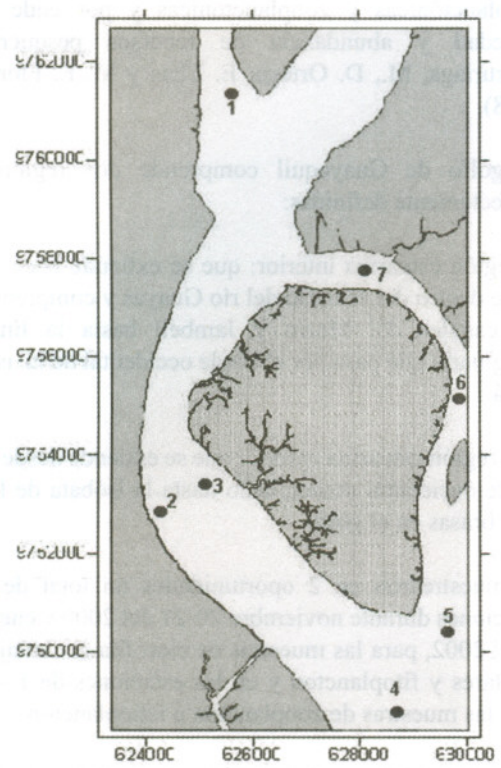


Figura 1. Localización de las estaciones en la Isla Santay durante los años 2000-2002.

Condiciones Ambientales

Jiménez (1975), menciona que el golfo de Guayaquil recibe principalmente la influencia de agua dulce del río Guayas, que tiene una longitud de 50 Km, debiendo entregar al mar una cantidad de agua dulce de 850 m3/seg y un aporte de sedimentos del orden de 36.800 ton/ día con variaciones estacionales.

Existen 2 estaciones al año, la época húmeda de enero a mayo, se caracteriza por la abundante precipitación con lo que la descarga del río Guayas es mayor. Para esta época aumenta la temperatura superficial con un promedio de 25° C y una baja salinidad superficial entre 20 a 31 UPS y en la época seca de agosto a noviembre se caracteriza por la influencia de la corriente fría del Perú con temperaturas de 23° a 25° C y aumentando la salinidad de 30 a 32 UPS, (Arcos 1978).

Arcos (op. cit), en el estudio de la biomasa planctónica y Copépodos en el estuario interior del golfo de Guayaquil, registró valores de oxígeno entre 5.58 a 7.64 ml/l con gradientes verticales en los cuales la cantidad de oxígeno disuelto decrece con la profundidad.

Materiales y Metodos

Fitoplancton

Con la finalidad de establecer la biomasa fitoplanctónica se colectaron muestras de agua en superficie, 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 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.

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 un fluorómetro TURNER se leyeron las densidades ópticas de clorofila a, las lecturas se realizaron directamente en el tubo de fluorescencia.

Se emplearon las ecuaciones detalladas en el manual de (SCOR UNESCO Working Group 17 ,1966) para los cálculos de clorofila a.

Para determinar el número de células/l, se empleó el método de Utermohl en superficie 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 (Uthermol, 1958).

Para los análisis cualitativos de la comunidad fitoplanctónica se efectuaron arrastres superficiales utilizando una red cilindro 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 se tomaron 2 alícuotas homogeneizadas que fueron previamente colocadas en porta objeto y sobrepuesto un cubre objeto de 20 x 20mm y con la ayuda de un microscopio binocular, se efectuó el análisis de toda el área del cubreobjeto, finalmente los datos fueron expresados en cel/m^3 (Semina, 1967).

Para la identificación de especies fitoplanctónicas, se utilizaron los trabajos sobre el Golfo de Guayaquil realizados por Cupp (1943), Jiménez (1975), Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983) y así como el trabajo efectuado por Moreno, *et al.,* (1996).

Zooplancton e Ictioplancton:

Para el estudio de las comunidades del zooplancton se efectuaron arrastres superficiales realizados cada uno durante 5 minutos a una velocidad aproximada de dos nudos, para ello se utilizaron redes cilindro 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 procedieron a extraer alícuotas representativas de las muestras. Luego se procedió a efectuar el análisis cualitativo y cuantitativo de las muestras para determinar la composición y abundancia de la comunidad del zooplancton.

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 estandarizaron en organismos/100m³ para zooplancton y para el ictioplancton se expresa número de huevos y larvas de peces/ 10 m².

Con el propósito de conocer la composición faunística del zooplancton se determinaron 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 zooplánctéres 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 utilizaron las claves de Tregóuboff y Rose (1957); Bonilla (1983); Gasca y Suárez (1996) y De Boyd, (1977).

Para la identificación taxonómica del Ictioplancton se utilizaron claves de Balbotin y Garreton (1977); Alhstrom y Moser (1980).

Resultados

Clorofila a

NOVIEMBRE 2000: Se registraron altas concentraciones de clorofila a en la capa superficial con valores que fluctuaron entre 1.65 -2.02 mg/m³ (Estaciones 3 y 5). Las menores concentraciones se observaron en la estación 4 con 0.33 mg/m³ (Fig. 2).

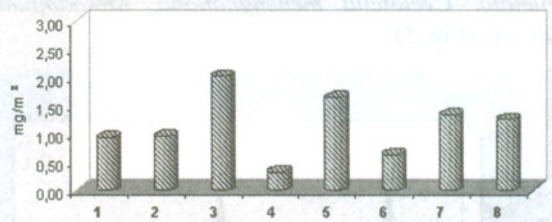


Figura 2. Variabilidad superficial de Clorofila *a* en la isla Santay durante noviembre del 2000.

ENERO 2002: Temporalmente se encontraron repuntes de clorofila en las estaciones 1-2 con rangos entre 2.76-2.84 mg/m³ . Los menores valores se observaron en la estación 6 con 0.78 mg/m³ (Fig. 3).

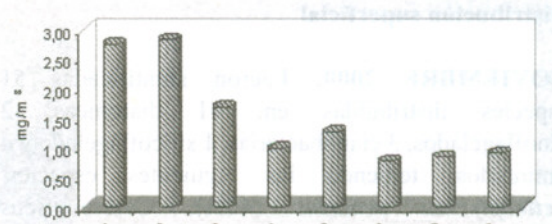


Figura 3. Variabilidad superficial de Clorofila *a* en la isla Santay durante enero del 2002.

Contajes Celulares

NOVIEMBRE 2000: Se registraron incrementos en agua superficial en las estaciones 3 y 5 con valores de 857.657-989.604 cel/l. La menor concentración se observó en la estación 2 con 183.784 cel/l. Se registró un total de 38 especies.

La biomasa está representada por las siguientes especies: *Paralia sulcata, Coscinodiscus excentricus, C.perforatus, Coscinodiscus sp, Cyclotella menenghiniana* (Fig. 4).

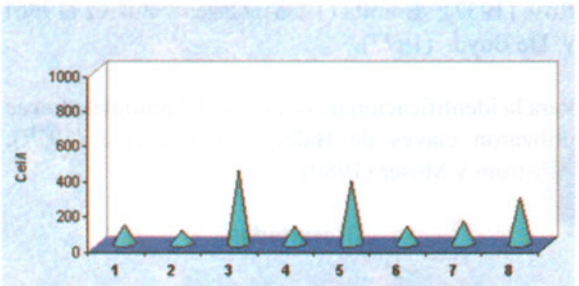


Figura 4. Distribución de la Biomasa celular en la isla Santay durante noviembre del 2000.

ENERO 2002: Se observaron incrementos de la biomasa fitoplanctónica en agua superficial en las estaciones 2 y 5 con rangos entre 1'515.037- 1'821.343 cel/l. La menor biomasa celular se encontró en la estación 8 con 188.496 cel/l. Las especies representativas fueron *Skeletonema costatum, Coscinodiscus excentricus, Pyxidicula cruciata, Cyclotella menenghiniana, Mesodinium rubrum* (Fig. 5).

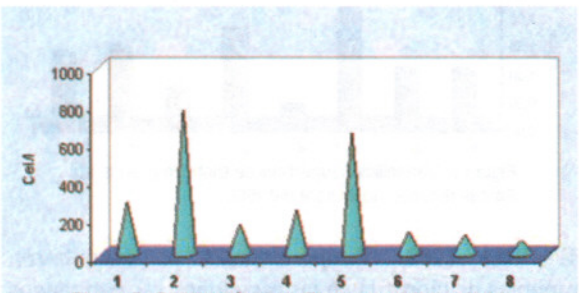


Figura 5. Distribución de la Biomasa celular en la isla Santay durante enero del 2002.

Fitoplancton (red 50u)

Distribución superficial

NOVIEMBRE 2000: Fueron identificadas 51 especies distribuidas en: 41 diatomeas, 2 dinoflagelados, 3 cianobacterias, 1 silicoflagelado y 4 tintinnidos, teniendo las siguientes especies: *Actinoptychus senarius* (40%), *Coscinodiscus excentricus* (30%) *Polymixus coronalis* (15%), *Actinoptychus splendes*(10%), *Coscinodiscus sp.* (5%). La abundancia relativa fue de 1.740 cel/m³ registrado en la estación 7 (Fig.6).

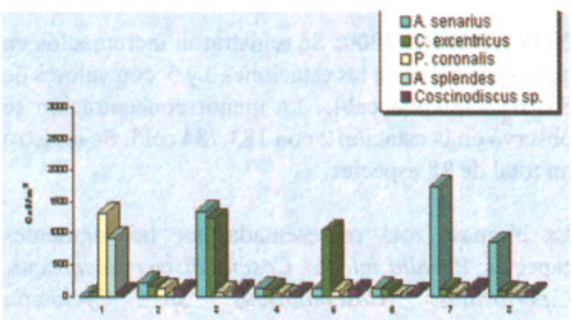


Figura 6. Distribución superficial del Fitoplancton (red 50u) en la isla Santay durante noviembre del 2000.

En esta área se observó una salinidad promedio de 11.4 UPS y una temperatura promedio de 25.5° C, con una relativa tasa de oxigenación registrándose un valor promedio de 3.4 ml/l, durante noviembre del 2000.

ENERO 2002: Se identificaron 38 especies distribuidas en: 32 diatomeas, 3 dinoflagelados, 1 cianobacteria y dentro del microzooplancton 2 tintinnidos. La abundancia fue alta con 14.347 cel/m³ en comparación al año 2000. Las especies representativas en su abundancia fueron: *Coscinodiscus excentricus* (45%), *Coscinodiscus concinnus* (20%), *Actinoptychus splendes* (10%), *Cyclotella meneghiniana* (5%), *Dityllum brightwellii* (2%), Fig. 7

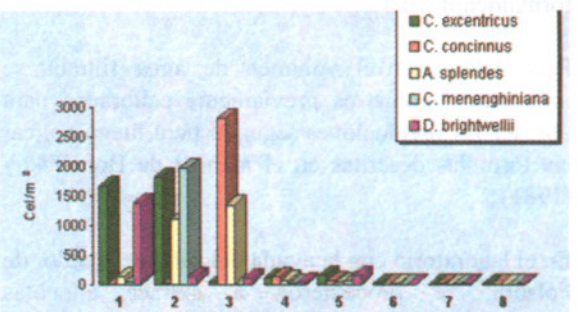


Figura 7. Distribución superficial del Fitoplancton (red 50u) en la isla Santay durante enero del 2002.

Los valores promedios de Salinidad, Temperatura y Oxígeno fueron de 11.56 UPS, 28.2 °C y 3.4 ml/l respectivamente.

Transparencia

Los valores obtenidos de transparencia por materia en suspensión en la columna de agua determinados con el disco Secchi. Durante el año 2000 los rangos oscilaron entre 0.15- 0.50 centímetros.

En el año 2002 la transparencia alcanzaron bajos de intensidad lumínica con rangos entre 0.15-0.40 cm, los que representa una alta productividad primaria (Fig.8-9).

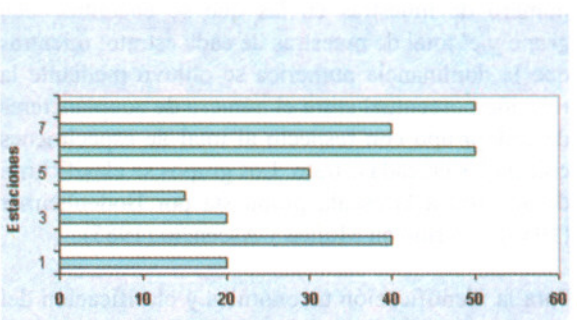


Figura 8. Distribución de la Transparencia (Disco Secchi) en la isla Santay durante noviembre del 2000.

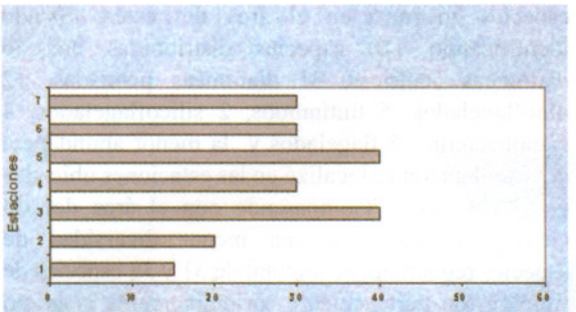


Figura 9. Distribución superficial de la Transparencia (Disco Secchi) en la Isla Santay durante enero del 2002.

Zooplancton e Ictioplancton

Distribución Y Abundancia: Noviembre 2000

El zooplancton constituido por la presencia de microcrustáceos se registraron su mayor abundancia en las estaciones 1 y 4 representado por 45000 Org./100 m³, valor aproximado se registró en las estación 6 siendo constantes y dominantes en toda el área de estudio (Fig. 10).

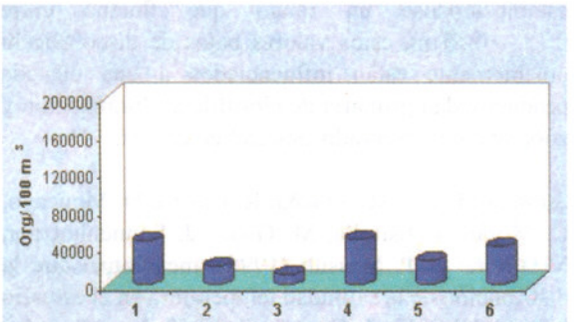


Figura 10. Distribución de la Biomasa del zooplancton en la Isla Santay durante noviembre del 2000.

La mayor abundancia de ictioplancton se observaron en las estaciones 3 y 6 donde las larvas de peces registraron valores comprendidos entre 3300 a 3500 huevos/10 m².

La comunidad zooplanctónica presentó una baja diversidad de organismos, representada principalmente por larvas y alevines de peces dentro de los cuales la especie **Anchoa sp.** perteneciente a la familia Engraulidae y representó el 90 % del ictioplancton, mientras que familia Plecostomidae registró una especie representado por Plecostomus spinosisomus.

Los microcrustáceos ocuparon el segundo lugar en importancia, siendo las zoeas de brachiuras 4% y Nauplios de cirripedios 4%, quienes dominaron numéricamente, además se registraron copépodos 2% (Fig. 11).

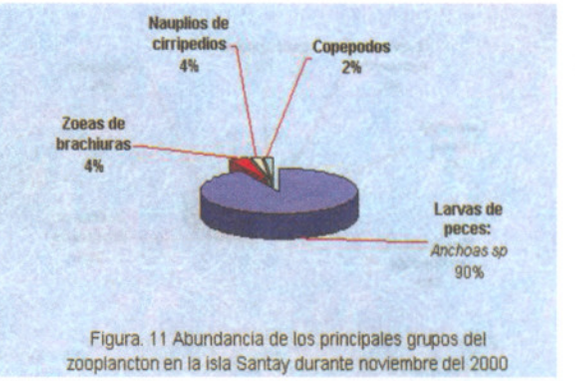


Figura. 11 Abundancia de los principales grupos del zooplancton en la isla Santay durante noviembre del 2000

Se encontró algunos ejemplares de camarones juveniles pertenecientes a la especie Protrachypene precipua Burkenroad, 1943.

Distribución y Abundancia: Enero 2002

En las estaciones 3 y 6 se registraron una biomasa zooplanctónica con rangos que oscilan entre 126000 a 175000 Org/100m³, con una media poblacional que supera los 83700 Org/100m³ considerándose a esta área como la de mayor productividad secundaria. (Fig. 12).

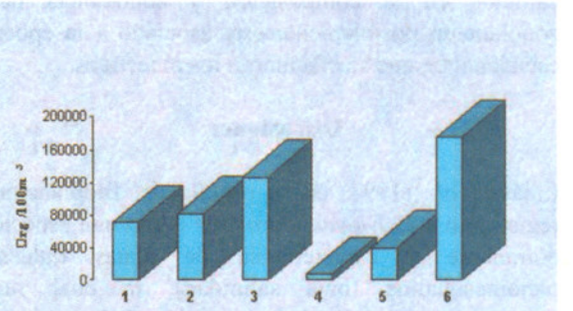


Figura 12. Distribución de la biomasa del zooplancton en la isla Santay durante enero del 2002.

En cuanto a su composición y abundancia en esta área se destaca la dominancia de la taxa Zoeas de brachiuras con 164000 Org/100m³ encontrados en la estación 6.

Otros grupos importantes del zooplancton que presentó una considerable abundancia fueron los Nauplios de cirripedios con media poblacional de 4800 Org/100m³.

Con respecto a la composición de la biomasa zooplanctónica se resalta la constancia y dominancia de los principales grupos destacándose los Nauplios de cirripedios 34%, copépodos 26%, seguido de Zoeas de brachiuras con el 25%, Larvas de peces 7%, Larvas de poliquetos 6% y finalmente el grupo Quetognatos con el 2% (Fig. 13).

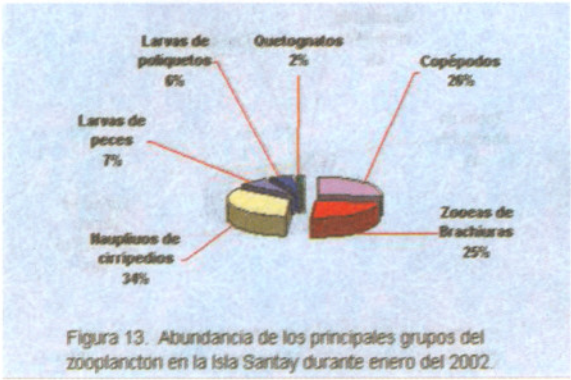


Figura 13. Abundancia de los principales grupos del zooplancton en la Isla Santay durante enero del 2002

En cuanto al ictioplancton se registraron una escasa abundancia de larvas y alevines de peces con un rango entre 30 a 600 larvas de peces/10m² destacándose las familias Engraulidae con una media poblacional de 150 larvas de peces/10m².

Comparando la información obtenida se puede observar que la abundancia zooplanctónica registrada en el 2000 fue menor y se observó un incremento de la biomasa durante el 2002, sin embargo en la fracción que corresponde al ictioplancton se registró un patrón inverso, este cambios en la composición y abundancia del zooplancton posiblemente este asociado a la época estacional en que se efectuaron los muestreos.

Discusiones

Cajas *et al.,* (1998) en su estudio del fitoplancton registraron a *Polymyus coronalis* como una especie dominante y característica de aguas dulces, pleiomesohalina (baja salinidad), la cual fue encontrada en salinidades entre 0-5 ppm y temperaturas de 26-30° C. De tal manera que se observó actualmente variaciones en la composición en la comunidad del fitoplancton, siendo muy abundante las especies *Skeletonema costatum* y *Coscinodiscus excentricus* en términos de biomasa celular durante el 2002.

(Cullen, Reid y Stewart 1982) consideran a la clorofila a, como un indicador de biomasa fitoplanctónica, y es utilizada para definir zonas potencialmente productivas, a pesar de que no en todos las áreas existe una alta correlación entre clorofila a y el número de células fitoplanctónicas. Sin embargo durante el período en estudio se estableció que durante el año 2002 se presentó altas concentraciones de clorofila a y coincidió con abundante biomasa celulares de fitoplancton.

Tapia, (2002) determinó en su estudio en el estuario interior, que la mayor diversidad y abundancia de especies encontró en el área del estero Salado identificando 110 especies distribuidas en: 46 diatomeas céntricas, 31 diatomeas pennadas, 12 dinoflagelados, 5 tintínnidos, 2 silicoflagelados, 4 cianobacterias, 5 flagelados y la menor abundancia del fitoplancton se localizó en las estaciones ubicadas en el río Daule. Comparando con el área del río Guayas se establece una menor diversidad de especies registrándose un total de 51 y 38 especies de fitoplancton perteneciente principalmente al grupo de las diatomeas.

Cabe destacar que las especies que se observaron durante los años 2000 y 2002 en estudio fueron *Coscinodiscus excentricus* y *Actinoptychus splendes,* estas especies son propias de ambientes marinos, estuarinos y fueron muy abundantes durante el 2002. Tapia, (2004) efectuó un estudio en el 2004 en el río Guayas determinó que la transparencia del disco secchi registró un rango entre 0.60 a 1.40 metros de profundidad y comparando con los datos obtenidos durante los años 2000 y 2002 fueron menores estableciéndose un rango que fluctuó entre 0.15 – 0.55 m, estos valores bajos de disco Secchi posiblemente están influenciados a una elevada productividad primaria de clorofila a , fitoplancton y zooplancton observado especial en el 2002.

Suéscum R., A. Maridueña, R. Castro, D. Moncayo, C. Morán, T. Estrella, M. Guale, J. Sonnenholzner, M. Freire y P. Massuh (1998), mencionan que la distribución de la salinidad temperatura en el estuario interior del Golfo de Guayaquil siguió el patrón de los cambios estacionales que rige a la costa ecuatoriana y dentro del río Guayas se deben a factores tales como mareas, que influyen en el proceso de mezcla del agua dulce y salina. Durante el año 2000 se registró valores promedio de temperatura de 25.5° C y se incremento a 28.2° C durante el 2002, en cuanto a los valores de salinidad se presentaron similares con valores que fluctuaron entre 11.4 –11.5 UPS y un comportamiento similar se observó con el parámetro oxigeno disuelto registrándose valor promedio de 3.4 ml/l durante los años 2000 y 2002. A pesar de las condiciones ambientales registradas en la temperatura superficial en el humedal de Santay durante el período en estudio, se observó una baja biomasa zooplanctónica durante el 2000 y posteriormente se determinó un incremento de la biomasa zooplanctónica y diversidad de grupos del zooplancton, durante el 2002.

Guzmán, R, *et al.,* (1981) en el estudio ecológico del Mesoplancton del golfo de Guayaquil: Abundancia, y relaciones entre el estuario del río Guayas y el océano categorizó 2 áreas de productividad planctónica la

primera se localizó al sur de la isla Puná en el punto de confluencia de las aguas marinas con las provenientes del río Guayas, a pesar de nuestro estudio se desarrolló alrededor de la isla Santay se puede indicar que este ecosistema presenta variaciones temporales en cuanto a la composición y especialmente en la abundancia de los primeros eslabones de la cadena trófica, evidenciándose una mayor productividad primaria, biomasa celular de fitoplancton y biomasa de organismos de zooplancton durante el 2002, en comparación al 2000.

Luzuriaga, (1981) en su estudio de la distribución y migraciones verticales del zooplancton en el golfo de Guayaquil, determinó que la mayor concentración de biomasa del zooplancton se encuentran en las zonas de mezclas de aguas oceánicas y continentales(Canal de Jambelí) y los principales grupos componentes de esta biomasa fueron: Copépodos, Ostrácodos, Larvas de crustáceos y Quetognatos. Comparando con la composición de los grupos zooplanctónicos observados en el humedal de la isla Santay se puede indicar que existen patrones de distribución en la composición del zooplancton diferentes siendo muy abundantes las Larvas de peces representados por el Género Anchoa sp durante el 2000 y estas poblaciones disminuyeron en el 2002 presentándose otros grupos abundantes tales como Nauplios de cirripedios, Zoeas de brachiuras y Copépodos.

Conclusiones

• Durante el año 2002 se observaron núcleos de clorofila y una mayor productividad primaria, resaltándose las especies dominantes a *Actinoptychus senarius*, *Coscinodiscus excentricus y C. concinnus* especies propias del ecosistema estuarino, en comparación al año 2000.

• Las mayores biomasas celulares se registraron en las estación 2 coincidiendo con los mayores núcleos de clorofila a durante el año 2002.

• Patrón similar se determinó en la abundancia de zooplancton estableciéndose una variabilidad en la composición de los principales grupos y especies, de tal manera que en el 2002 se determinó una mayor abundancia de zooplancton en comparación al 2000, principalmente la época se considera como un factor que posiblemente influenció en los cambios estructurales en la comunidad zooplanctónica en el humedal de la isla Santay.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por la ayuda brindada para efectuar la presente investigación. Al TN-NV. Aurelio Aldas Jefe del Departamento Ciencias del Mar, a la Dra. Elena Gualancañay y Dr. Manuel Cruz por las valiosas sugerencias emitidas al presente trabajo.

Referencias Bibliográficas

Alhstrom & Moser. 1980. Identifications of pelagic marine fish eggs. Calcofi. Rep., Vol. XXI.

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.

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

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

Boltovskoy, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata Argentina: 759- 789.

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.

Cómite Ecológico del Litoral. 2002. Plan de manejo del Humedal Isla Santay. Guayaquil- Ecuador: 8-32.

Cullen, & Stewart. 1982. Phytoplankton in the surface and chlorophyll maximum of southem. California in august, 1978. J.Plank. Res. 4:665-694.

Cupp, E. 1943. Marine plankton diatomns of west coast. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds H.Sverdrup

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), D.F México.

Guzmán, R., R. Repelin, 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. Bol. Cient. Téc., INP. Vol. 4 No. 2.:1-45.

Luzuriaga, M.,1981. Distribución y migraciones verticales del zooplancton en el Golfo de Guayaquil. Revista de ciencias del Mar y limnología. INP 1(1): 9-35p.

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 1994-1996. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador: 387-404 .

ECOCIENCIA, 2001. Inventario de Humedales del Ecuador. Humedales interiores Provincia del Guayas:1-209.

Jiménez, R. 1975. 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., de Barniol, L., Machuca, M., Quinde, W. 1996. Informe Preliminar Sobre La Mortalidad de Bagres Marinos en el Río Guayas, Ecuador. Acuacultura del Ecuador : 23- 33.

Luzuriaga de Cruz, M. 1988. Crustáceos zooplanctónicos y materia orgánica en Manglares del Golfo de Guayaquil. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número Especial): 113-125.

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 .

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.:85-96.

Naranjo, C. 2003. Zooplancton en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, durante mayo del 2001. Acta Oceanográfica del Pacífico.INOCAR, Vol 11, No 1. :85-96.

Pesantes, F., 1983. Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 283-399.

SCOR UNESCO Working group 17, 1966. Determination of photosynthetic Pigments in the sea-water. Monographs on oceanographic methodology, 1, Unesco :9-18.

Semina G., 1967. Phytoplankton: In the Biology of the Pacific Ocean: party I, Plankton.

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.

Stevenson, M. 1981. Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil, un estuario tropical. Boletín científico y técnico (INP), 4 (1):5-28.

Tapia, M. 2002. Estudio de las Comunidades del Fitoplancton en los ríos Daule, Guayas y Estero Salado. Acta Oceanográfica del Pacífico, 10(1): 69-84.

Tapia, M. 2004. Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del delantal de los muelles y áreas anexas al Puerto Marítimo de Guayaquil. Informe técnico de INOCAR- APG.

Tapia, M. 2006. Variación estacional del fitoplancton en una estación fija en el Estero del Muerto, durante los años 1999-2000-2001. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 13(1): 51-64.

Tregouboff, G. & M. Rose. 1957. Manuel de Plantonologie Mediterrameene. Centro National de la Recherche Scientifique, París. Tomo 2.

Uthermohl H., 1958. Zur Vervollkomnung der Quantitativen phytoplankton Methodik Mitt Inter. Ver. Limnol. 9:1-38.

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

DIAGNOSTICO DEL PLANCTON EN EL ESTUARIO DE SAN LORENZO EN AGOSTO 2006 (ESMERALDAS-ECUADOR).

Por: Gladys Torres[1]
Carlos Andrade[1]

Resumen

Se realizó un monitoreo del plancton en el estuario de San Lorenzo en junio 2006. En los resultados se registró 128 especies del fitoplancton (método cuantitativo) y 50 especies (cualitativo). Las diatomeas más representativas fueron S. costatum, T. nitzschioides, P. longissima, L. danicus, Navicula sp., P. sulcata; T. nitzschioides, Thalassiosira sp. y flagelados (cuantitativo); S. costatum, Coscinodiscus sp., N.sigma y P. Sulcata (cualitativo). La presencia de Gymnodinium sp., P. maximun y M. rubrum podría asociarse con la formación de mareas rojas al interior del estuario. En los resultados del zooplancton registrarón 16 taxas constituidos mayoritariamente por Zoeas de Brachiura y Copépodos, distribuidos en toda el área de estudio principalmente en las estaciones 6 y 7 cercanas a la confluencia del río Nadadero Grande y el Canal San Lorenzo, coincidente con la mayor biomasa del fitoplancton y zooplancton que serian propias del estuario con poco intercambio de masas de aguas externas. Los índices de diversidad reflejan valores intermedios entre 2 a 3 bits/cel tanto para el fitoplancton y zooplancton. Los esteros y efluentes que conforman el Canal de San Lorenzo, sector considerado como un nicho ecológico de importancia pesquera y planctónica asociado al manglar en la comunidad de San Lorenzo.

Abstract

The plankton monitoring in the San Lorenzo estuary in June 2006. Were registered 128 species of the phytoplankton (cuantitative method) and 50 species (cualitative). The most representative diatomeas were S. costatum, T. nitzschioides, P. longissima, L. danicus, Navicula sp., sulcata P.; T. nitzschioides, Thalassiosira sp. and flagellated (cuantitative); S. costatum, Coscinodiscus sp., N. sigma and P. sulcata (qualitative). The presence of Gymnodinium sp., P. maximun and M. rubrum could be associated with future risks for the formation of red tides in this estuary. In the results its Zooplancton registered 16 mainly taxas constituted by Brachyura Zoea and Copepods, distributed in the whole area of study mainly in stations 6 and 7 near the confluence of the Nadadero Grande river and the San Lorenzo estuary, coincident with the high biomass of the phytoplankton. Ictioplancton registered abundance of egg stages of fish in station 4 and larvae of fish in station 7, sites that could be considered like ecological niches of high biological productivity. The diversity indices reflect intermediate values between 2 to 3 bits/cel for the phytoplankton and zooplankton. The estuaries and effluents that conform the San Lorenzo channel, this area is considered like an associated ecological niche the fishing importance and the plankton biodiversity when mangrove in the community of San Lorenzo.

Palabras Claves: *Fitoplancton, zooplancton, biodiversidad, manglar, San Lorenzo.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador. gtorres@inocar.mil.ec * candrade@inocar.mil.ec

Introducción:

Las actividades humanas en zonas costeras tienen una significativa importancia en la dinámica que afectan la biodiversidad marino costera y el funcionamiento del ecosistema (GLOBEC, 2003), sistemas ecológicos influenciados por los sistemas sociales y económicos de turno (GESAMP, 2001), son considerados como problemas serios que afectan la calidad y uso del ambiente marino costero. El sector de San Lorenzo presenta características muy importantes tanto ecológicas como económicas (Oramas, 2003), y que la pérdida ecológica de estos humedales por la contaminación y destrucción de los ecosistemas, han contribuido al rápido deterioro de los recursos hídricos del mundo (CCAD, 2002), lo cual puede traer consigo impactos negativos al ecosistema acuático y su dilución dependerá del intercambio con las corrientes circundantes del océano que interactúan en el Archipiélago de San Lorenzo, situada en la eco-región del Chocó y como Reserva Ecológica Manglares-Cayapas – Mataje (REMACAM).

Existe poca información de estos ecosistemas acuáticos (Naranjo y Tapia, 2002), como el inventario de los humedales de la Provincia de Esmeraldas (Briones *et al*,.1997) y los estudios ambientales - pesqueros realizados por el Instituto Nacional de Pesca (en prensa). El zooplancton e ictioplancton (consumidores del fitoplancton) serian afectados por los cambios que se presentarían en el fitoplancton cuando esta fuera de su rango normal, disminuiría la diversidad y afectaría la tasa de crecimiento de las especies acompañantes (Gaibor *et al.,* 2000).

Por lo que el diagnóstico ambiental propuesto en el Proyecto de "Gestión Ambiental de la Armada" en el área adyacente a la Base Naval de San Lorenzo, contribuirá a establecer el estado actual de la biodiversidad planctónica (fitoplancton-zooplancton-ictioplancton) como una línea base ambiental y ecológica, monitoreos acuáticos y medidas sanitarias que se deberían implementar para conservar estos ecosistemas costeros y el control de la calidad del agua aceptable para la preservación de la vida acuática.

Metodología de la Investigación:

Fitoplancton: Para el análisis cuantitativo se olectaron muestras superficiales (250 ml) y fijadas on solución Lugol; cada muestra fue agitada y edimentada en cámaras cilíndricas (25ml) por 12 oras y examinadas en un microscopio invertido el/l). Pa0ra el análisis cualitativo se realizaron arrastres con redes tipo Cónica Simple de 55u por 5 minutos a una velocidad de 2 nudos en una lancha de pesca local en 11 estaciones. Las muestras fueron estandarizadas a un volumen de 100ml (previamente filtradas por una malla de 335um para eliminar el zooplancton), y se procedió a tomar las gotas-alicuotas colocadas en un portaobjeto (20x20mm) examinándose la totalidad del área comprendida bajo el cubreobjeto. Con esta metodología se observaron organismos de mayor tamaño que no caen en muestras de agua. Las especies se identificaron hasta la menor taxa posible, utilizándose la taxonomía de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), Balech (1988), Needham y Needham (1990), Tomas (1997).

Zooplancton: Para determinar la distribución y abundancia del Zooplancton se realizaron 11 estaciones mediante arrastres superficiales con redes cónicas simples de 335u (con un área de boca de la red de 0.3 metros de diámetro por 1 m de largo), por 5 minutos a una velocidad de 2 nudos. En el laboratorio se realizó el análisis de las muestras para determinar la biomasa y composición del zooplancton en una cámara de contaje de Bogorov en un estereomicroscopio. Para la identificación taxonómica de los principales grupos del zooplancton se siguió la metodología Boltovskoy (1981), Tregouboff y Rose (1957), Gasca, y Suárez, (1996), De.Boyd (1977). Para calcular el número de organismos en arrastre superficial se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{No. Organismos /100m}^3 = \frac{\text{(No. organismos de la muestra) x 100}}{\text{Vol. de } H_2O \text{ filtrada}}$$

Se diferenciaron grupos del zooplancton de acuerdo a la constancia y dominancia propuesta por Boodenheimer (1955). Para la valoración del análisis comunitario (fitoplancton, zooplancton) se estimo el índice de Diversidad de Margalef, Shannon y Weaver (H'). Se analizo la abundancia de cada especie por estación de muestreo, donde las estaciones fueron comparadas y agrupadas para definir sitios con similar composición taxonómica.

Área de estudio:

El estudio fue del 26 al 30 de junio del 2006 en el Canal San Lorenzo y río Nadadero Chico y Nadadero Grande (Fig. 1), se encuentra ubicado dentro del Cantón San Lorenzo (Provincia del Esmeraldas), al norte del Ecuador en el limite fronterizo con el Pacífico Colombiano y el área geográfica del estudio con las respectivas coordenadas (Tabla 1).

El archipiélago de San Lorenzo tiene 425 de los 480 kilómetros de costa y con barreras costeras formadas por el mangle, condiciones que pueden favorecer la diversidad del plancton. Sin embargo, su principal amenaza podrían ser la contaminación causada por las empresas Palmicultoras a las aguas del ríos Nadadero Chico y Nadadero Grande.

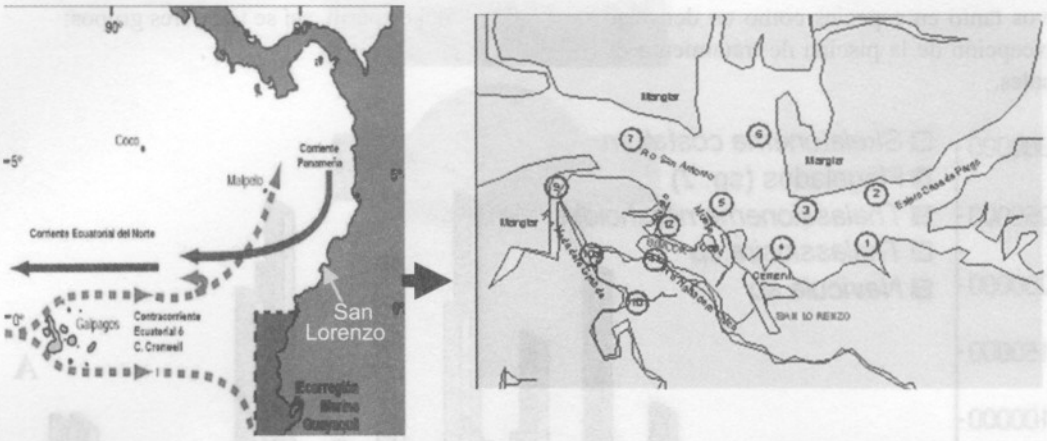


Figura 1. Ubicación Geográfica de las estaciones en estudio de San Lorenzo; y distribución de las principales corrientes que borden las costas del Ecuador (mapa regional obtenido del TNC, 2004)

El ecosistema del Archipiélago de San Lorenzo se encuentra rodeado con Manglar y exuberante bosque Tropical Húmedo, considerado como uno de los últimos relictos de mayor diversidad en el Ecuador, determinada por la alta humedad y pluviosidad, con una temperatura ambiental constante ente 23 y 25 ° C (Briones *et al.,* 1997).

Estación	Prof (m)	Latitud	Longitud
1	1	1º 18´21 " N	78º 50` 51" W
2	3	1º 17´32 " N	78º 49` 13" W
3		1º 17´32 " N	78º 49` 13" W
4	2.8	1º 17´45 " N	78º 49` 46" W
5	4	1º 17´35 " N	78º 50` 07" W
6		1º 17´42 " N	78º 50` 08" W
7	1.75	1º 17´57 " N	78º 50` 51" W
9		1º 17´25 " N	78º 51` 00" W
10	2.25	1º 17´08 " N	78º 50` 49" W
10A	4	1º 17´25 " N	78º 51` 06" W

Tabla 1. Ubicación Geográfica en el área de estudio San Lorenzo.

Resultados:

Distribución y biodiversidad del Fitoplancton

Biomasa Cuantitativa (cel/l): La comunidad del fitoplancton registró 128 especies. La composición del número de especies por grupos difieren ligeramente entre las estaciones: diatomeas centrales con 33 especies; pennadas 48 especies; dinoflagelados con 15, entre otros 32 especies. El número de especies fue variable en cada estación y disminuye en el muestreo del fondo de la columna de agua (Fig. 2).

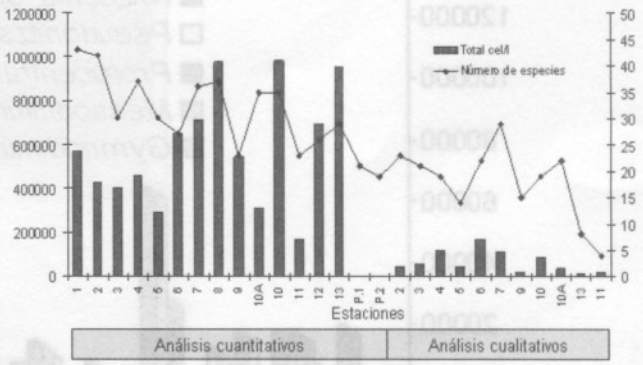


Figura 2. Distribución de la biomasa total y número de especies del fitoplancton.

En toda el área de estudio se presentó mayor densidad celular, principalmente en las estaciones 8, 10, 13, 12, 6 y 7 (Fig. 2). Los grupos representativos y dominantes en ambos métodos fueron las diatomeas centrales y pennales. Los dinoflagelados fueron poco representativos tanto en especies como en densidad algal, con excepción de la piscina de tratamiento de aguas residuales.

En la distribución de especies abundantes y frecuentes (por sitios de muestreo), permitieron caracterizar patrones de áreas de preferencia gobernadas por el ritmo de marea y movimientos de corrientes propias del estuario, así se tiene tres grupos:

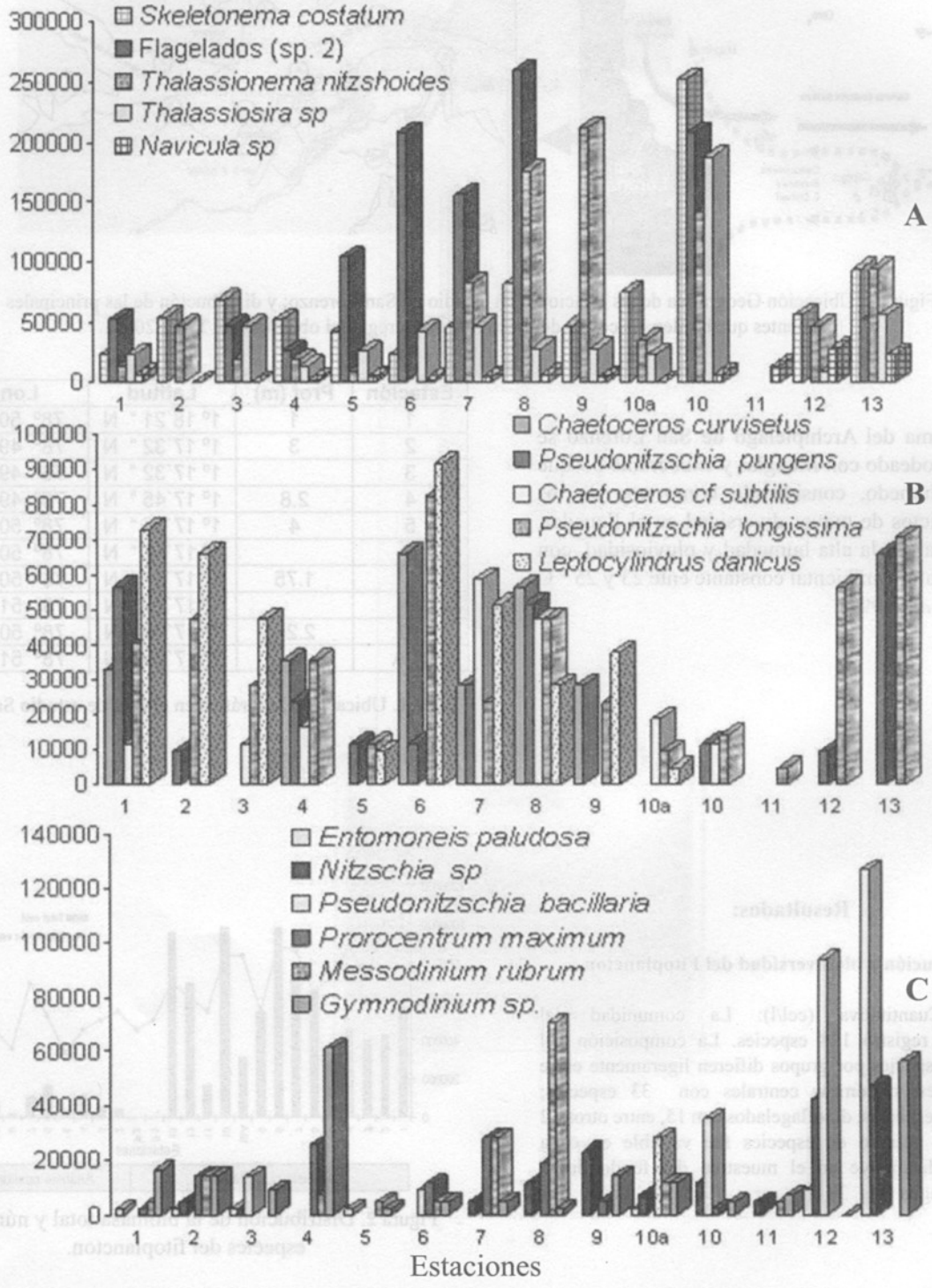


Figura 3. Distribución de las principales especies del Fitoplancton (cel/l); especies más abundantes (A), especies frecuentes (B) y (C).

1. Formado por la abundancia de diatomeas (centrales y pennales) y flagelados: *Skeletonema costatum, Thalassiosira sp. Thalassionema nitzschioides* y flagelados (Fig.3A), correspondieron a especies comunes en el canal de San Lorenzo.

2. Formado por especies frecuentes caracterizando una zona de mezcla entre diatomeas centrales (*Chaetoceros curvisetus, C. subtiles, Leptocylindrus danicus*) y diatomeas pennales (*Pseudonitzschia pungens y P. longissima*) (Fig.3B), serían indicadores de la mezcla de masas de aguas propias del estuario . Diatomeas pennadas (*Nitzschia sp., N. bacillaria y Entomoneis paludosa*), dinoflagelados (*Prorocentrum maximun y Gymnodinium sp.,*) y el ciliado *Messodinium rubrum* (Fig.3C), especies que podrían asociarse con eventos de mareas rojas.

3. Formado por la abundancia de flagelados y dinoflagelados (tecados no identificados) y abundancia de cianobacterias en las piscinas de tratamiento de aguas residuales.

Análisis cuantitativos (red 55u): Se registraron 50 especies del fitoplancton colectado mediante arrastres superficiales, correspondiendo su mayor número de especies y abundancia al grupo de diatomeas céntricas (16 especies) y pennales (21); mientras que los dinoflagelados (3 especies) y otros grupos presentaron baja densidad con un total de 10 especies.

Las diatomeas céntricas presentaron la mayor densidad algal (72.3%) seguidas por las diatomeas pennadas (24.6%), en las estaciones cercanas al la desembocadura del río Nadadero (E6, E8, E10) y que ligeramente se correlaciona con el número de especies (Fig.4).

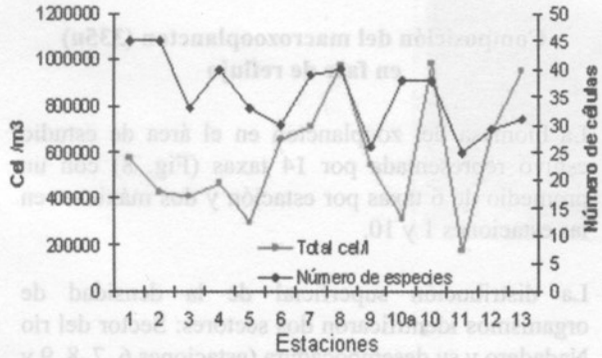


Figura 4. Distribución de la biomasa total y número de especies del fitoplancton (cel/m³).

La distribución relativa de las especies más abundantes y distribuidas en el área de estudio fueron *S. costatum* con un máximo hacia el canal central de San Lorenzo (Fig. 5). La asociación de algunas especies más frecuentes como *S. costatum, Thalassionema nitzschoides, Pleurosigma angu*latum, *Bidulphia mobilienses* se registraron hacia la parte central del canal San Lorenzo (estación 5); otro grupo de especies como *Coscinodiscus sp., C. granii, S. turris, Paralia sulcata, N. sigma, Gyrosigma hipocampus, Thalassiosira sp.* y el tintínido *E. undela* fueron evidenciados hacia el norte de la entrada del canal San Lorenzo (E3), asociada a especies de poco intercambio de masas de aguas externas con las aguas internas del canal del Salto del Tigre.

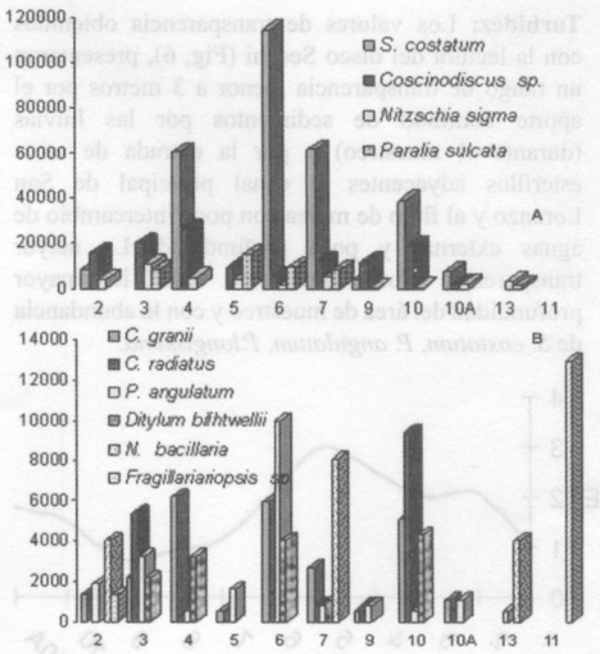


Figura 5. Distribución de las principales especies más abundantes (A) y frecuentes (B) del fitoplancton (Cel/m³).

Una de las estrategias para evaluar la biodiversidad del primer nivel trófico, fue realizar los dos tipos de muestreos cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de registrar la mayor variabilidad de especies de la columna de agua y las que se encuentran cerca del sustrato bentónico (ejemplo *P. sulcata*).

Aunque los muestreos fueron superficiales, el método cuantitativo registró el mayor número de especies. En la Tabla 2 se relaciona la variabilidad porcentual de las especies encontradas en ambas metodologías, notándose la abundancia de las especies más pequeñas como flagelados, *Thalassiosira sp., Navicula sp.* en muestras de agua (método cuantitativo); mientras que las especies más abundantes y de mayor tamaño (método cualitativo), algunas de ellas presentaron baja densidad celular con el otro método.

Cuantitativo (Cel/l)	%	Cualitativo (Cel/m³)	%
Flagelados	14	*S. costatum*	40.3
S. costatum	11	*Coscinodiscus sp.*	16.5
T. nitzschioides	11	*N. sigma*	5
Thalassiosira sp	7	*P. sulcata*	5.8
P.longissima	6	*C. granii*	3.5
L. danicus	5	*T. nitzschioides*	3
Navicula sp.	4	*Pleurosigma angulatum*	2.9
C.curvisetus	3	*C. radiatus*	2.6
N. bicapitata	3	*D. frauenlfeldii*	2.2

Tabla 2. Porcentaje de las principales especies del fitoplancton para ambas metodologías.

Turbidez: Los valores de transparencia obtenidos con la lectura del disco Secchi (Fig, 6), presentaron un rango de transparencia menor a 3 metros por el aporte continuo de sedimentos por las lluvias (durante el muestreo) y por la entrada de otros esterillos adyacentes al canal principal de San Lorenzo y al flujo de marea con poco intercambio de aguas externas y poca profundidad. La mayor transparencia fue coincidente con la mayor profundidad del área de muestreo y con la abundancia de *S. costatum, P. angulatum, P.longissima.*

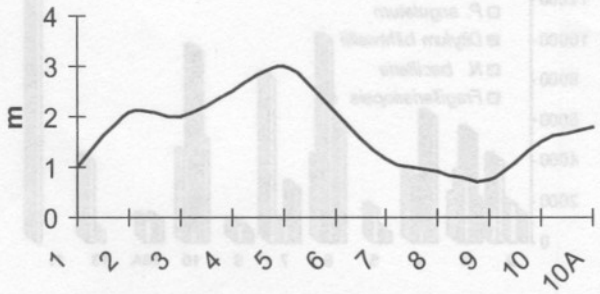


Figura 6. Datos de turbidez (disco Secchi).

Relación del Fitoplancton con eventos de mareas rojas

En el análisis de muestras del fitoplancton en el estuario de San Lorenzo, se registró baja densidad de *Prorocentrum cf maximun y Mesodinium rubrum,* especies que han causado eventos de mareas rojas en las costas de Ecuador (Jiménez, 1996; Torres *et al.,* 2004).

Prorocentrum cf maximun: En San Lorenzo este sería su primer registro con bajas densidades en las estaciones centrales del Canal (Fig.3-C).

Mesodinium rubrum: En este estudio su presencia fue mínima (Fig. 3-C), lo que indicaría que la composición del fitoplancton se están adaptando a las influencias locales.

En piscinas de Tratamientos Sanitarios que se encuentran colindantes con la parte posterior de la Base Naval, los análisis cuantitativos del fitoplancton evidenció la abundancia (341.649 cel/l) de un dinoflagelado tecado (no identificado) en la piscina 1 (tratamiento directo); y en la piscina final que desemboca al río Nadadero se encontraron formas de quistes que corresponderían al mismo dinoflagelado tecado con un total de 695.079 cel/l. Se desconoce si en estas piscinas estuviesen realizando control biológico con dinoflagelados.

Distribución relativa de los grupos zooplanctónicos

Microzooplancton (< 55um)

La mayor frecuencia de individuos de estadios pequeños denominados copepoditos (colectados en la red 55 um) fue hacia la estación 4, disminuyendo en las estaciones 6, 10 y 3; y copépodos adultos fueron frecuentes en las estaciones 10, 4, 6, 2, 3 (Fig. 7). Esta distribución fue coincidente con la abundancia de algunas especies de fitoplancton (*S. costatum, C. curvisetus, T. nichoides, L. danicus* y flagelados), principalmente en las estaciones 4, 6 y 10.

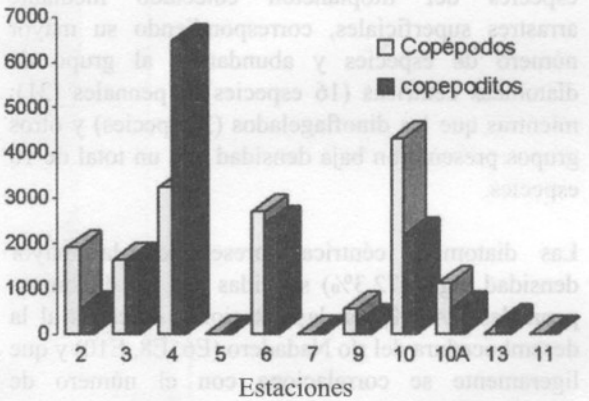


Figura 7. Distribución del microzooplancton (org/m³).

Composición del macrozooplancton (335u) en fase de reflujo

La biomasa del zooplancton en el área de estudio estuvo representada por 14 taxas (Fig. 8) con un promedio de 6 taxas por estación y dos máximos en las estaciones 1 y 10.

La distribución superficial de la densidad de organismos identificaron dos sectores: Sector del río Nadadero y su desembocadura (estaciones 6, 7, 8, 9 y 10) donde se registró la mayor biomasa zooplanctónica. El otro sector (estaciones 1, 2, 3, 4 y 5), ubicado hacia la parte norte del Canal San Lorenzo y confluencia de la desemboca el Estero EL Tigre, registró la menor biomasa del zooplancton (Fig. 8), compuesta principalmente por copépodos y zoea de brachiuras.

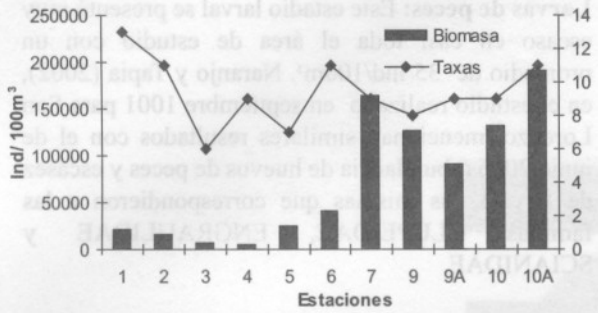


Figura 8. Distribución de la biomasa total y números de taxas zooplanctónicas.

La composición del zooplancton en el área de estudio estuvo representada por dos grupos dominantes como los zoeas de brachiura y copépodos (Fig. 9-A), distribuidos en todo el área de estudio siendo los responsables de la mayor biomasa zooplanctónica hacia el sector de las estaciones 7 a 10A. Entre los organismos frecuentes y de menor densidad se reportan a los quetognatos, larvas de decápodos y huevos de peces, cuyas dominancias fueron mayoritarias en las estaciones 6, 7 y 10 (Fig.9-B); los organismos que fueron ligeramente representativos (< 500 ind/100m³) fueron los eufáusidos, medusas, mysidáceos, gasterópodos y porcelanidos (Fig. 9-C).

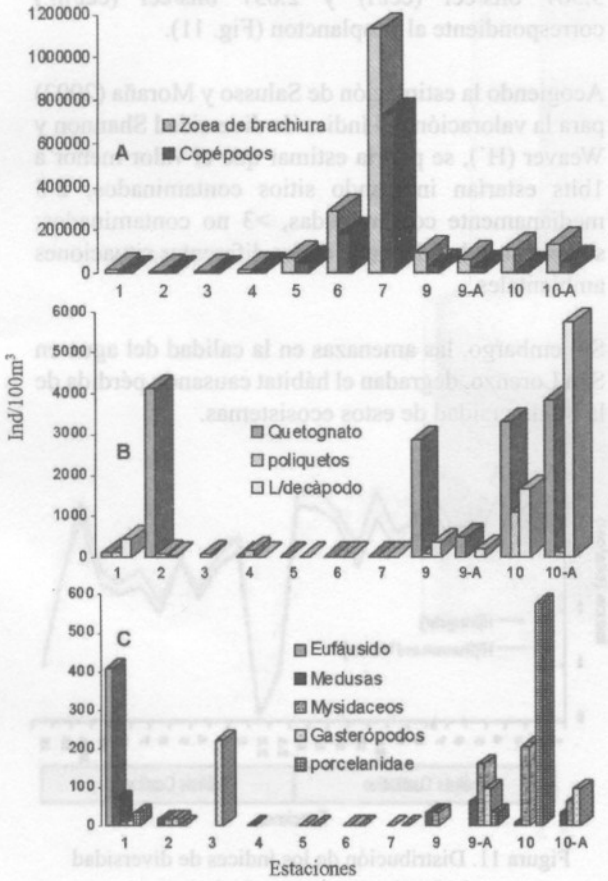


Figura 9. Distribución de los principales grupos del zooplancton: abundantes (A), frecuentes (B) y escasos (C).

La abundancia de zoeas de brachiuras sería un indicador de que en los sitios entre la estación 7 y 10A serían considerados como nichos ecológicos de alta productividad (entre 164.656-191.648 ind/100m³), densidades superiores a las registradas (1800 ind/100m³) por Naranjo y Tapia (2002).

Se podría mencionar que los resultados del Plancton fueron altamente productivos principalmente con la abundancia de microcrustáceos, en ambas riberas del Canal de San Lorenzo y en las riberas del río Nadadero Grande, por la asociación con el ecosistema de manglar

En la escala propuesta por Boodenheimer (1955), dentro de la constancia numérica se presentaron los grupos de velíger de bivalvos, larvas de cirripedios, furcilia de eufaúsidos y megalopas (9%) clasificados dentro de los grupos accidentales; con respecto a la dominancia numérica están representados por el grupo de medusas, velìger de bivalvos, gasterópodos, poliquetos, larvas de decápodos, larvas de cirripedios, mysidaceos, megalopas y porcelanidos.

Distribución y Abundancia del zooplancton por sectores

En la distribución de especies abundantes y frecuentes (por sitios de muestreo), permiten distinguir y caracterizar patrones de áreas de preferencia de los grupos zooplanctónicos, así se tiene cinco sectores:

En el **sector I** (E1 y E2): En el estero Salto del Tigre (E1), se reportó la mayor abundancia de zoeas de brachiura (87.8%) y una densidad poblacional de 18528 ind/100m³ seguido por los copépodos (4.5%), además se registraron huevos de peces, larvas de decápodos y larvas de eufáusidos en etapa de furcilia que juntos reportaron un 5.9%. Mientras en la E2 también dominaron los zoeas de brachiura (45.7%), seguidos por los quetognatos (25.5%), copépodos (18.4%) y huevos de peces (9.5%).

En el **sector II** (E3, E4 y E5): Se ubica en el sector del canal San Lorenzo frente al cementerio, pueblo y Capitanía, la mayor abundancia del zooplancton estuvo representada por zoeas de brachiura (56.7%) en E3, (28.8%) en E4 y (11.8%) en E5; seguidos por los copépodos (37%) en E3, (22.7%) en E4 y (82 %) en E5. Los huevos de peces reportaron el 43.7% en E4 y 4.9% en E5.

En el **sector III** (E6 y E7): Se reportaron tres grupos dominantes en E6 representados por zoeas de brachiura (43.8%), seguido por los copépodos

(35.7%) y quetognatos (16%). En E7 presento un ligero incremento en zoeas de brachiura (59.5%), copépodos (34.6%) y los quetognatos disminuyeron (4.7%).

En el **sector IV** (E9 y E9A): Corresponde a la desembocadura del Río Nadadero Grande, se evidenció una alta densidad poblacional de larvas brachiura (72 %) en E9 y en 9A (74%). Los copépodos ocuparon un segundo lugar (25.2%) y en menor proporción larvas de decápodos, huevos de peces, medusas y misidáceos con un total de 0.34% en E9. En E9A estuvo representado por grupos minoritarios como quetognatos, huevos de peces, larvas de decápodos, medusas, misidáceos, gasterópodos y estadios larvales de porcelanidos con un total de 1.25%.

En el **sector V** (E10 y E10A): sector ubicado cerca de las lagunas de oxidación presentaron una elevada productividad zooplanctónica del infraorden brachiura (84.2%) en E10 y E10A (69%); seguidos por los copépodos en ambas estaciones (17.9%) y larvas de decápodos y quetognatos.

Distribución y abundancia de huevos y larvas de peces

El zooplancton comprende una gran variedad de organismos que pueden considerarse como indicadores de alta productividad y proporcionan información sobre las características del medio, los huevos y larvas de peces proveen información de cuándo y dónde se concentran los peces, permitiendo una mejor captura de especies de peces de importancia económica para la localidad, en la cual se encontró los siguientes resultados.

Huevos de peces: La distribución y abundancia a fines de junio del 2006 registró dos máximos, el de mayor densidad fue hacia el sector del canal San Lorenzo (entre el cementerio y frente a la Capitanía) correspondiente a las estaciones 2, 4 y 6, principalmente con 2400 ind/100m³ (Fig. 10).

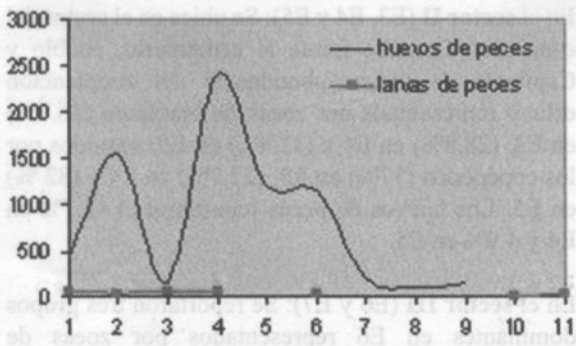


Figura 10. Distribución de Huevos y Larvas de peces en San Lorenzo (junio/2006) en ind/100m³.

Larvas de peces: Este estadio larval se presentó muy escaso en casi toda el área de estudio con un promedio de 35 ind/100m³. Naranjo y Tapia (2002), en el estudio realizado en septiembre 1001 para San Lorenzo, mencionan similares resultados con el de junio 2006 (abundancia de huevos de peces y escasez de larvas), las mismas que correspondieron a las familias CLUPEIDAE, ENGRAULIDAE y SCIANIDAE.

Sin embargo, frente al sector botes de la Base Naval de San Lorenzo en marea baja, en la zona intermareal se observó gran cantidad de peces juveniles conocidos por los moradores locales como "guabina"(*Synodus sp*). Solis-Coello y Mendívez (2001), mencionan que la pesca artesanal que se desarrolla dentro de la Reserva Ecológica (REMACAN), es una de las más importantes del Ecuador.

Índices de Biodiversidad en Plancton

Los índices de diversidad estimados en el grupo taxonómico cuantitativo y cualitativo del fitoplancton (especies) en una área geográfica del sector del canal San Lorenzo, presentaron valores promedios entre 3.567 bits/cel (cel/l) y 2.637 bits/cel (cel/m³) correspondiente al fitoplancton (Fig. 11).

Acogiendo la estimación de Salusso y Moraña (2002) para la valoración del índice de diversidad Shannon y Weaver (H´), se podría estimar que el valor menor a 1bits estarían indicando sitios contaminados; 2-3 medianamente contaminadas, >3 no contaminados; su aplicabilidad depende de las diferentes situaciones ambientales.

Sin embargo, las amenazas en la calidad del agua en San Lorenzo, degradan el hábitat causando pérdida de la biodiversidad de estos ecosistemas.

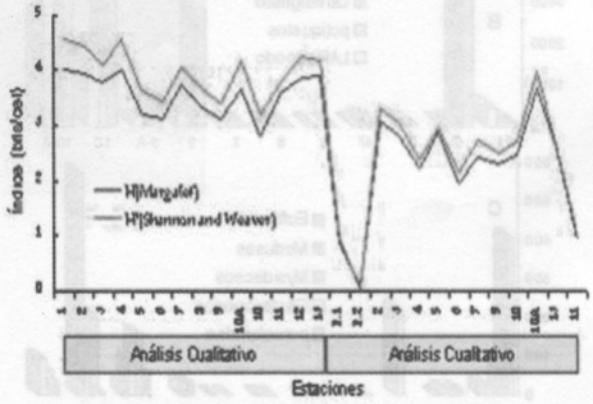


Figura 11. Distribución de los índices de diversidad de fitoplancton en San Lorenzo.

Discusión

La componente de las diatomeas centrales (*S. costatum, Thalassiosira sp, L.danicos*) y diatomeas pennales (*T.nitchoides, P.longissima, N.pungens, Navicula sp.,*) y fito-flagelados (no identificados), fueron las componentes más abundantes del fitoplancton, registradas durante la época seca de junio 2006. Estos resultados difieren con las especies reportadas como abundantes en la época seca de septiembre 2001 (Naranjo y Tapia, 2002), en que mencionan la dominancia de *Biddulphia* (*B.sinensis y B.mobiliensis*) y *Chaetoceros* (*C.compresus, decipiens, curvisetus*). Aunque existe poca información es estudios del plancton en el canal San Lorenzo, estos resultados indicarían que la composición de especies del fitoplancton están cambiando a las influencias locales.

La presencia de especies (*P. cf mexicanum y M. rubrum*) que tienen antecedentes en la costa de Ecuador de causar eventos de mareas rojas, solo en algunos eventos se han asociado a mortalidad de peces como en junio 2003 en las cercanías del Archipiélago de Jambelí. Este término es conocido también como Floraciones de algas, algunas especies pueden ser nocivas. Estos temas son aceptados por los científicos y por los gestores sanitarios y medioambientales (Hallegraeff *et al*, 2004; Sar *et al*., 2002). *Prorocentrum cf maximun* es un género de amplia distribución en aguas tropicales; de forma planctónica, bentónica/epifita (ticoplanctónica) sobre macroalgas, corales y en el detritus en zonas de manglar (Taylor *et al*, 2004). *Mesodinium rubrum* no es una especie tóxica, pero fue frecuente en septiembre 2001 en ambas fases de marea flujo como reflujo en el Canal San Lorenzo (Naranjo y Tapia, 2002); mientras que en este estudio su presencia fue mínima. Sin embargo, comentarios de uno de los sargentos del Retén Naval de Borbón, menciono que el agua del estuario de Borbón presentó color café entre abril y mayo 2006, lo que podría asociarse con eventos de marea roja que no fueron estudiados. Los registros de dinoflagelados tecados en aguas de piscinas de tratamiento sanitarios de San Lorenzo, y consecuentemente estas evacuan al río Nadadero Grande, mas aún que no existe información de posibles impactos asociados.

La componente de productores secundarios (zooplancton), en junio 2006 registró la abundancia de zoeas de brachiuras (67%), Copépodos (26%), quetognatos (3.6%) y escasa densidad (<1%) de estadios de huevos y larvas de peces; resultados que difieren ligeramente con los registrados en Naranjo y Tapia (2002), que mencionan la abundancia de copépodos (59%), larvas de peces (22%) y quetognatos (10%) para septiembre 2001. Aunque el número de grupos del zooplancton en ambos estudios fueron casi similares (entre16 y 17 grupos).

Conclusiones

El mayor número de especies fue registrado con el método cuantitativo del fitoplancton registró 128 especies, siendo las diatomeas centrales y pennales el grupo más frecuente y de mayor densidad algal. Las especies abundantes y frecuentes fueron Flagelados (no identificados), *S. costatum, T. Nitzschioides, Thalassiosira sp, P. longissima, L. danicus.* En el análisis cualitativo fueron *Navicula sp., P. sulcata, (0m); T. nitzschioides, S. costatum, P. sulcata, Thalassiosira sp., M. rubrum.* En el análisis cualitativo se registraron 50 especies compuestas principalmente por diatomeas céntricas (*S. costatum y Coscinodiscus sp.)* y pennales *(N.sigma y P. sulcata*).

La mayor densidad micro-algal registrada en ambos métodos se ubicó en sitios diferentes (al norte sector del Salto del Tigre y hacia la desembocadura del río Nadadero). La agrupación y mayor densidad de algunas especies dentro del área de estudio correspondieron a especies de sensibilidad mediana que serian propias del estuario con poco intercambio de masas de aguas externas, lo que podría correlacionarse con los valores de transparencia menor a 3 m de profundidad.

La presencia de *Gymnodinium sp., P. maximun y M. rubrum* podría asociarse con futuros eventos de mareas rojas. La abundancia del dinoflagelado tecado (no identificado) podría tener impactos negativos en la calidad ambiental del canal San Lorenzo.

Los valores del índices de diversidad del plancton reflejaron valores intermedios entre 1 a 3 bits/cel, indicando aguas medianamente contaminadas.

Se evidenciaron 16 grupos zooplanctónicos distribuidas en toda el área de estudio, su mayor densidad fue hacia sector de la salida del estuario y cercana a la confluencia del río Nadadero Grande.

Su composición fue mayoritariamente por Zoeas de Brachiura y Copépodos en las estaciones E6 y E7. Los estadios de huevos de peces fueron abundantes en E4 y la mayor densidad de larvas de peces fue en E7, sitios que podrían considerarse como nichos ecológicos de alta productividad biológica o zona de pesca.

Agradecimientos

A los directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por el interés y apoyo a estas investigaciones. Al MSc. Nikita Gaibor y al Dr. Manuel Cruz por sus contribuciones en este artículo. A la Ing. Carmen Palacios por la información de datos químicos correspondientes a este monitoreo.

Bibliografía

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

Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata. Argentina. 5(3): 32–40

Boodenheimer F., 1955, Précis d`cologie animale. Payot, Paris, 235pp.

Briones E., Flachier A., Gomez J., Tirira D., Medina H., I.Jaramillo y C. Chiriboga. 1997. Inventario de los Humedales del Ecuador, Primera parte: Humedales lénticos de las Provincias de Esmeraldas y Manabí. Ecociencia/INEFAN/ Convencion de Ramsar,Quito.

CCAD, 2002. Política Centroamericana para la Conservación y Uso Racional de los HUMEDALES. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), San José C.R. 45,pp.

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

Gaibor et al., (2000). Estrategias de adaptación al Cambio climático en la cuenca Baja del Río Guayas y golfo Interior de guayaquil. Comité Nacional sobre el Clima GEF-PNUD, Ministerio del Ambiente, Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático. Instituto Nacional de Pesca, Subsecretaría de Desarrollo Sostenible y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Gasca, R. y E. Suárez. 1996. Introducción al zooplancton marino. ECOSUR-CONACYT, México 1-771pp.

GESAMP, 2001. Protecting the oceans from land-based activities – Land-based sources and activities affecting the quality and uses of the marine, coastal and associated freshwater environment. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (IMO/FAO/ UNESCO-COI/WHO/WMO//IAEA/UN/UNEP). Rep. Stud. GESAMP N. 71:162pp.

GLOBEC. 2003. Marine Ecosystems and Global Change. IGBP Science No. 5. pp 32.

Hallegraeff G. 2002. Aquaculturists Guide to harmful Australian Microalgae. Universidad de Tasmania, Australia.

Hallegraeff G., Anderson D. and A. Cembella, 2004. Manual on Harmful Marine Microalgae. Monographs on Oceanographic Methodology, UNESCO.

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

Naranjo C., y M. Tapia. 2002. Composición, distribución y abundancia del plancton en el Estuario de San Lorenzo, Esmeraldas-Ecuador. Acta Oceanografica del Pacífico, 11(1): 113-127.

Needham J., y P. Needham, 1990. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Ed. Reverte. S.A.

Salusso M. y L. Moraña, 2002. Comparación de índices bióticos utilizados en el monitoreo de dos sistemas lóticos del noroeste argentino. Rev. Biol. Trop. 50(1): 327-336.

Sar E., Ferrario M., y B. Reguera, 2002. Floraciones algales nocivas en el cono Sur Americano. Instituto español de Oceanografía.

Taylor F., Fukuyo Y., Larsen J., and M. Hallegraeff. 2004. Taxonomy of Harmful dinoflagellates. In Manual on Harmful Marine Microalgae. Ed., G. Hallegraeff, D. Anderson y A. Cembella.UNESCO.

Tomas C., 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press.

TNC, 2004. Evaluación Ecorregional Pacífico Ecuatorial Ecorregión Marina Guayaquil. Componente Marino. The Nature Conservancy Simbioe.

Tregouboff G. and M. Rose, 1957. Manual de plancton del Mediterráneo. Centro Nacional de

Investigación Científica. París Tomo 2. 1-207p.

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

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DEL PLANCTON ESTUARINO EN EL CANAL EL MORRO, POSORJA (JUNIO 2006)

Por: Gladys Torres[1]
Carlos Andrade[1]

Resumen

Se realizaron estudios del fitoplancton y zooplancton en el canal del Morro y área adyacente al Retén Naval de Posorja a fines de abril del 2006. En la comunidad del fitoplancton se identificaron 94 especies (cuantitativo) y 81 especies (cualitativo), siendo las diatomeas centrales y pennales el grupo más frecuente en ambas metodologías. Las especies abundantes y frecuentes fueron Thalassiosira sp, T. nitzschioides, Navicula sp., P. sulcata, S. costatum (0m); T. nitzschioides, S. costatum, P. sulcata, M. numoloides (fondo de la columna de agua); y en el análisis cualitativo las especies más abundantes fueron S. costatum, T. nitzschioides, P. sulcata y Chaetoceros curvisetus. En consideración al fitoplancton nocivo, la ligera abundancia de Prorocentrum maximun, Dinophysis caudata y Noctiluca scintillans, son especies que han provocado blooms y causan mareas rojas en el Golfo de Guayaquil (interno y externo). Se evidenciaron 25 grupos zooplanctónicos representados por microcrustáceos (copépodos, zoeas de brachiuras, larvas de cirripedios, larvas de eufáusidos, decápodos) y otros grupos como los quetognatos. En la componente ictioplanctónica se registró baja densidad de estadios larvales de peces. Los índices de diversidad reflejan valores intermedios entre 2 a 3 bits/cel del plancton.

Abstract

During the phytoplankton and zooplankton studies in the Morro Channel near to Posorja Navy in April/2006. The phytoplankton communities are identify 94 species (quantitative) and 81 species (qualitative), being the centric and pennate diatoms the most frequent group in both methodologies. The abundant and frequent species were Thalassiosira sp., T. nitzschioides, Navicula sp., P. sulcata, S. costatum (0m); T. nitzschioides, S. costatum, P. sulcata, M. nemuloides (bottom of the column of water); and in the qualitative analysis the most abundant species were S. costatum, T. nitzschioides, P. sulcata, Chaetoceros curvisetus. In consideration to the harmful phytoplankton, the presence of Prorocentrum maximun, Dinophysis caudata and Noctiluca scintillans species that it have provoked blooms causing red tides in the Gulf of Guayaquil (intern and external). The zooplankton was evidenced 25 groups represented by micro-crustacean (copepod, brachyura zoeas, cirripedia larvae, eufáusidos, decapods and other groups like the chaetognata. The component icthyoplankton registered low density of larval stadiums of fish. The diversity indexes reflect security intermissions between 2 to 3 bits/cell of the plankton.

Palabras Claves: *Fitoplancton, zooplancton, mareas rojas, estuario, manglar, Posorja.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador. gtorres@inocar.mil.ec * candrade@inocar.mil.ec

Introducción

La urbanización y zona industrial de Posorja continua incrementándose sin planificación de infraestructura sanitaria sobre los servicios ambientales del manglar, lo cual puede traer consigo impactos negativos al ecosistema acuático causados por la contaminación realizadas en tierra (CPPS, 2005) y su dilución dependerá del intercambio con las corrientes circundantes del océano que interactúan en el Golfo de Guayaquil. Zingone y Enevoldsen (2000), mencionan que el crecimiento de la población mundial y la presión demográfica en áreas costeras, además del transporte de especies invasores es un serio problema que afectan los ecosistemas naturales (GLOBEC, 2003; Cochlan *et al.,* 2005).

Posorja ha formado parte de los proyectos pilotos de la Zonas Especiales de Manejo (ZEM) dentro del Programa Manejo de Recursos Pesqueros (PMRC, 1993), donde se mencionan los principales problemas ambientales de Posorja. Condiciones ambientales que pueden favorecer a la formación de mareas rojas, evidenciadas en los sectores de Puná y Estero Salado (Jiménez, 1996). Dentro de los impactos identificados en el sector pesquero, el aumento de temperatura y sólidos en suspensión provocaría cambios en la distribución normal de organismos que habitan en el Golfo Interior de Guayaquil, así el fitoplancton producirá mayor eventos de mareas rojas que pueden ser perjudiciales por producir tóxicas que afecta a otros organismos que habitan en el área (Gaibor *et al.,* 2000). La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo CCAD (2002), menciona que la pérdida ecológica de humedales por la contaminación y destrucción de los ecosistemas ha contribuido al rápido deterioro de los recursos hídricos del mundo.

Por consiguiente, el Proyecto de "Gestión Ambiental de la Armada" en el área estuarina adyacente al Reten Naval de Posorja, tuvo como objetivo realizar un muestreo de plancton y sus condiciones ambientales actuales, a fin de conservar los ecosistemas marino-costeros y su diversidad biológica para el beneficio de la población local, la ciencia y educación establecido en la estrategia de desarrollo sustentable adaptadas al Cambio Climático (Gaibor, *et al.*, 2000).

Metodología

Fitoplancton: Para el análisis cuantitativo se colectaron 8 muestras superficiales (250 ml) en el área de estudio y fijadas con solución Lugol y sedimentadas en cámaras cilíndricas (25ml) y examinadas en un microscopio invertido en 40X, los datos se convierten en cel/l. Para el análisis cualitativo se realizaron arrastres en cinco estaciones con redes tipo cónica simple de 55u por 5 minutos a una velocidad de 2 nudos en una lancha de pesca local. Las muestras (55um) previamente fueron estandarizadas a un volumen de 100ml y filtradas por una malla de 335um para eliminar el zooplancton. Los datos fueron convertidos en Cel/m^3. Con esta metodología se observaron organismos de mayor tamaño que no caen en muestras de agua. Las especies se identificaron hasta la menor taxa posible, utilizándose la taxonomía de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), Taylor (1987), Balech (1988), Tomas (1997), Hallegraeff (2002).

Se analizó la abundancia de cada especie por estación de muestreo en grupos de diatomeas centricas y pennales, dinoflagelados y otros (considerando especies de silicoflagelados, ciliados, cianofitas, tintinidos), fueron comparadas y agrupadas para definir sitios con similar composición taxonómica.

Zooplancton: Se muestrearon cinco estaciones mediante arrastres superficiales con redes cónicas simples de 335u (con un área de boca de la red de 0.3 metros de diámetro por 1 m de largo), por 5 minutos a una velocidad de 2 nudos. En el laboratorio se realizó el análisis de las muestras para determinar la biomasa y composición del zooplancton en una cámara de contaje de Bogorov. Para la identificación taxonómica de los principales grupos del zooplancton se siguió la metodología Boltovskoy (1981), Tregouboff y Rose (1957), Gasca, y Suárez, (1996), De.Boyd (1977) y Young (2002).

Para la valoración del análisis comunitario del fitoplancton (especies), se estimó el índice de Diversidad Shannon y Weaver (H').

Área de Estudio

El área de estudio está adyacente al Reten Naval de Posorja esta situado en la parte noroeste del Golfo de Guayaquil, le bordea el Canal del Morro que se une con el Canal del Estero Salado en la Provincia del Guayas (Fig.1). Presenta un clima tropical megatérmico semiárido con precipitaciones menores a 500 mm. En su borde costero se encuentra un pequeño remanente del manglar donde se observaron varias especies de aves marinas y en la zona intermareal es hábitat propio para crustáceos (zayapas, cangrejo rojo, cangrejos ermitaños). El Manglar es uno de los principales constituyentes de los humedales, es hábitat importante para numerosas especies de fauna y flora. En las cercanías del área de estudio se encuentran grandes empresas procesadoras de

marismos (Salica y la Real), que reciben la influencia de las aguas del Estero del Morro y del estero El Salado. Los salitrales se encuentran ocupados por camaroneras.

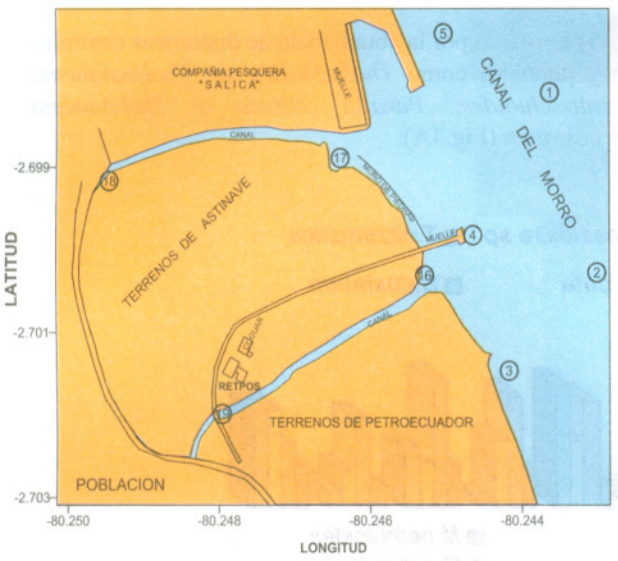


Figura1. Ubicación de estaciones, area de estudio en Posorja realizado en abril 2006.

Resultados

Distribución relativa del Fitoplancton

Análisis Cuantitativo (cel/l): La comunidad registró 94 especies; su número de especies difiere ligeramente entre las muestras obtenidas en superficie y fondo de la columna de agua (Fig.2 A).

A nivel superficial se registraron 53 especies de diatomeas, 19 de dinoflagelados y 9 especies consideradas como otros.

Mientras que en el análisis de fondo se encontraron 51 especies de diatomeas, 12 de dinoflagelados y 6 como otros.

La variabilidad de las principales componentes del fitoplancton también fueron inestables y su número disminuyó en el muestro del fondo de la columna de agua (Fig. 2 B-C).

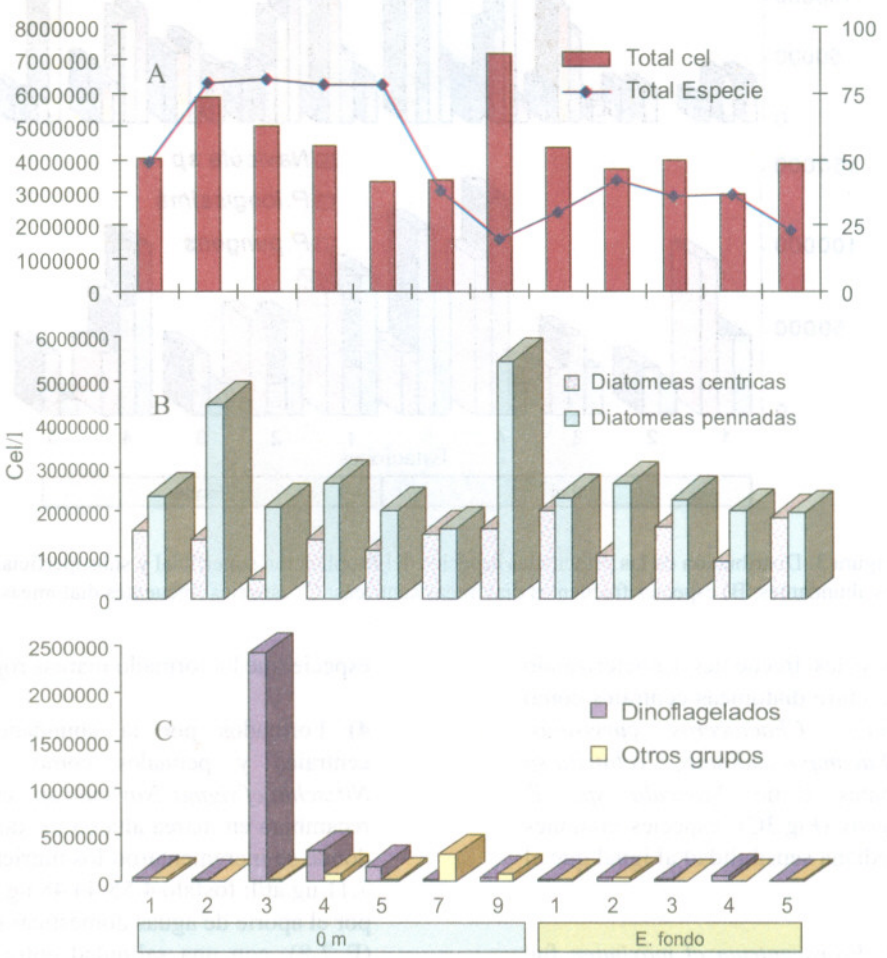


Figura 2. Principales componentes del fitoplancton a nivel superficial (o m) y subsuperficial cerca del fondo.

La mayor biomasa fue registrada hacia la parte central del canal El Morro. Las diatomeas centrales y pennales fueron el grupo dominante en todos los sitios muestreados tanto en superficie como en el fondo (Fig.2 B). Los dinoflagelados presentaron una biomasa ligeramente representativa en la Estación 3 (Fig.2 C), lo que podría correlacionarse con la dinámica de masas de agua que circulan en la sección central del canal El Morro. En la distribución de las especies abundantes y frecuentes (por sitios de muestreo), no fue posible distinguir y caracterizar patrones de áreas de preferencia especial con excepción de algunas especies, así se tiene cuatro grupos:

1) Formado por la abundancia de diatomeas centrales y pennales como *Thalassiosira sp. Thalassionema nitzschioides, Paralia sulcata y Skeletonema costatum* (Fig.3A).

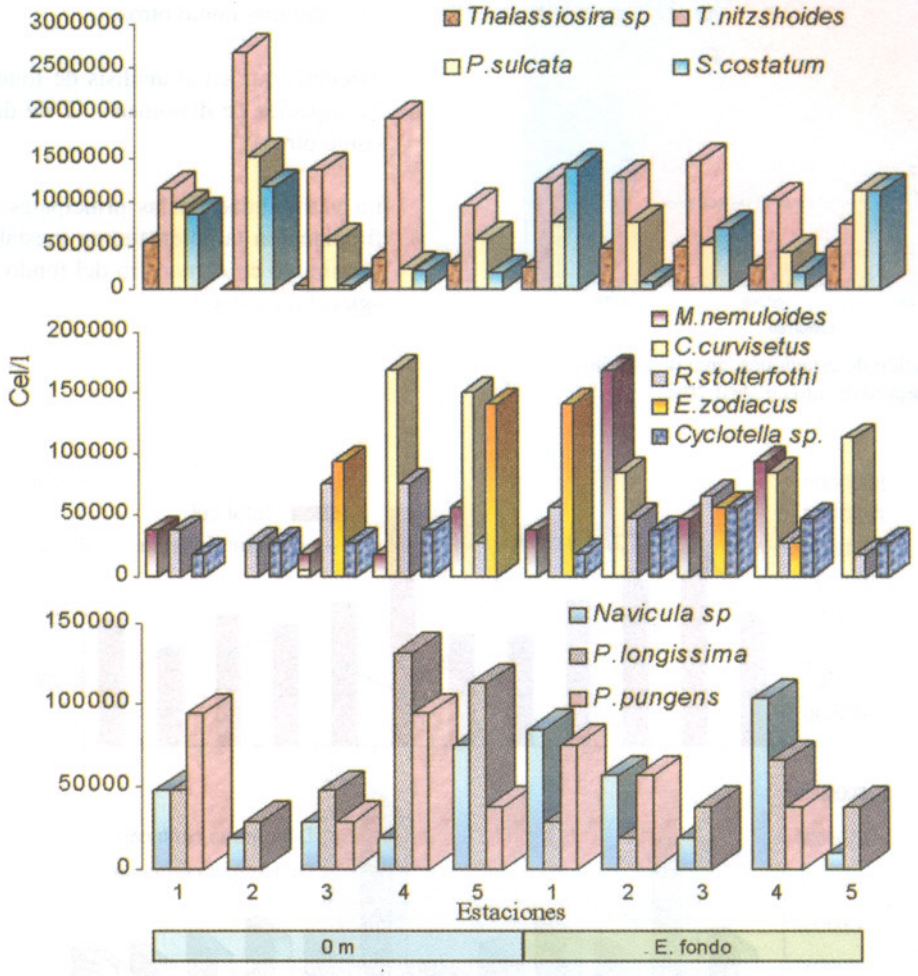


Figura 3. Distribución de las principales especies del fitoplancton superficial y subsuperficial, A) especies abundantes; B) especies frecuentes diatomeas céntricas; C) especies frecuentes diatomeas pennadas.

2) Formado por especies frecuentes caracterizando una zona de mezcla entre diatomeas centrales como *Melosira nemuloides, Chaetoceros curvisetus, Guinardia striata, Eucampia zodiacus, Cyclotella sp* (Fig.3B), y pennales como *Navicula sp., P. longissima, P. pungens* (Fig.3C). especies comunes del estuario y de mediana sensibilidad al igual que el primer grupo.

3) El *dinoflagelado Prorocentrum cf maximum* fue dominante superficialmente solo en la estación 3, especie que ha formado mareas rojas en el estuario.

4) Formados por la abundancia de diatomeas centrales y pennales como *Thalassiosira sp., Nitzschia cf sigma, Navicula sp.*; especies que solo se recambian en marea alta en los dos canales internos, donde se incrementaron los nutrientes (nitrato 6.69-7.11 ug.at/l; fosfato 4.55-44.48 ug.at/l; pH 7.14-5.52) por el aporte de aguas domésticas (E 9) e industriales (E 7-8), con una salinidad entre 25.1 a 23.1 UPS respectivamente.

Las condiciones ambientales del medio marino costero asociado a las especies registradas (estaciones 1 al 5), registraron rangos de Temperatura (entre 27.4-28.7°C, Salinidad (entre 22.4-23.6 ups); Nitrato (3.59-4.31) ug-at/l; Fosfato 1.17-1.5 ug-at/l; Silicato 56.96-63.66 ug-at/l; pH 7.5 a 8).

Análisis cualitativo (red 55u): Se registraron 81 especies formadas principalmente por diatomeas céntricas y pennales; mientras que los dinoflagelados y otros grupos presentaron baja densidad y un menor número de especies. La distribución relativa de las principales especies (Fig. 4), permiten distinguir patrones con preferencia hacia las Estaciones 1-4 (*P. sulcata, C.curvisetus, B.paxillifera, T.nitzschioides, O.aurita, Cyclotella sp.*); otro grupo de especies hacia las estaciones 3-5 (*C. affinis, C.subtilis, E,zodiacus, Lithodesmiun undulatum, R. imbricata, M.numoloides*).

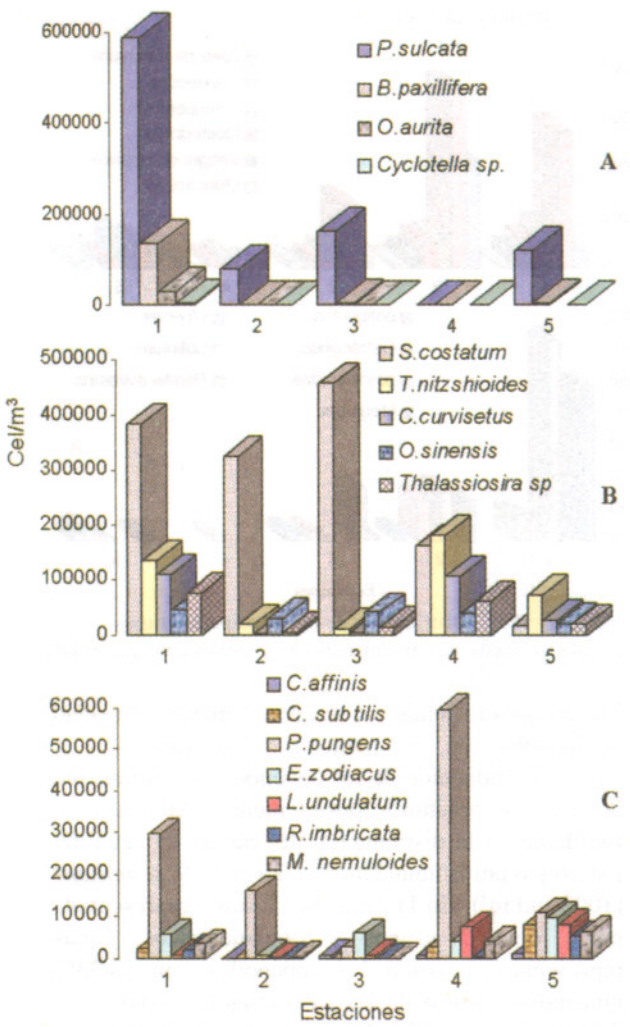


Figura 4. Distribución relativa de las principales especies de diatomeas (red 55u).

Una de las estrategias para evaluar el estado ambiental del primer nivel trófico fue realizar los dos tipos de muestreos cuantitativos y cualitativos. En la Tabla 1 se relaciona la diferencia de las especies encontradas en ambas metodologías.

Cuantitativo (0m)	Cuantitativo (fondo)	Cualitativo (om-red 55u)
Thalassiosira sp	*T. nitzschioides*	*S. costatum*
T. nitzschioides	*S. costatum*	*P. sulcata*
Navicula sp.	*P. sulcata*	*T. nitzschioides*
P. sulcata	*Thalassiosira sp*	*C.curvisetus*
S. costatum	*M. nemuloides*	*O. sinensis*
P. cf maximun	*B.paxillifera*	*Thalassiosira sp*
P.longissima	*P. longissima*	*B.paxillifera*
B.paxillifera	*P.pungens*	*P.pungens*
C.curvisetus	*Navicula sp.*	*O.aurita*
	G. striata	*Cyclotella sp.*

Tabla 1. Abundancia relativa de las principales especies dominantes y su diferencia con las dos metodologías cuali-cuantitativa del fitoplancton

Relación de especies del fitoplancton con eventos de mareas rojas

En el análisis de muestras del fitoplancton de Posorja no se observaron mareas rojas, sin embargo en los resultados de este estudio se identificaron especies del grupo de dinoflagelados que pueden asociarse con la formación de mareas rojas como los siguientes:

Prorocentrum cf maximun (Steidinger y Jangen, 1997): En este estudio esta especie fue abundante con una densidad de 2´356.200 cel/l (0m) y 9.425 cel/l (fondo) solo en la Estación 3 (Fig.5). Con relación a eventos de mareas rojas (Jiménez, 1996), ha reportado mareas rojas por *P. maximum* cerca de Puná en septiembre 1981 con valores superiores (49.330.000 cel/l); en el Estero Salado en febrero y diciembre 1985 (283.000.000 cel/l) y P. gracilis cerca de Puná en mayo 1989 (48.000.000 cel/l). En el 2003 y 2004, se presentaron algunos eventos de mareas rojas formados por *P. maximun* entre Estero Salado, Puná y Canal Jambelí (Torres *et al.*,2004).

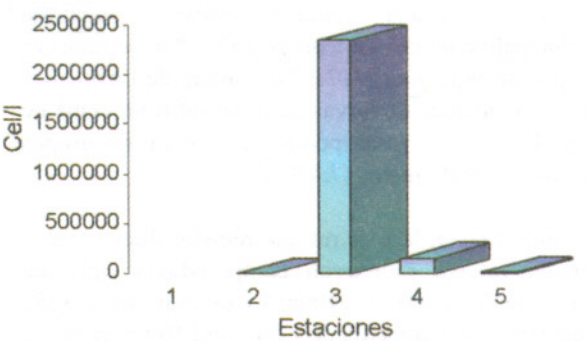


Figura 5. Distribución de *P. maximun.*

Dinophysis caudata: La densidad algal que presento esta especie fue entre 35 a 1080 cel/m³ en el área de estudio (Fig. 6). Esta especie no ha registrado mareas rojas en Ecuador.

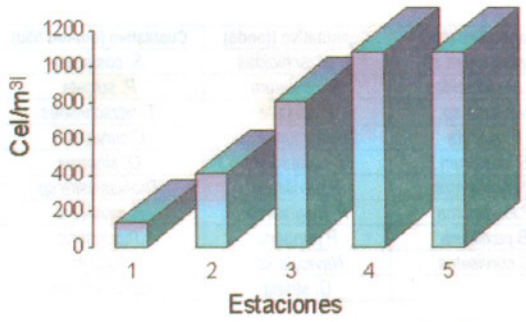


Figura 6. Distribución de *D. caudata* (0 m).

Noctiluca scintillans: Presentó baja densidad (9.425 cel/m³) colectada en red de 55um (arrastre superficial), mientras que en las muestras de zooplancton (red de 335u) representó el 2.7% de la biomasa total (Fig.7). Esta especie ha registrado mareas rojas en Ecuador en el Golfo de Guayaquil.

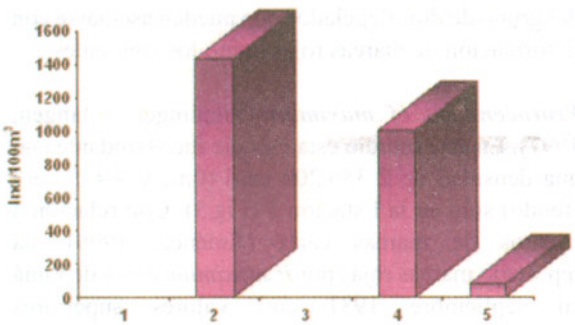


Figura 7. Distribución de *N scintillans* en ind./100m³ (red de 335 um).

Distribución relativa de los grupos zooplanctónicos

Se evidenciaron 25 grupos zooplanctónicos en este estudio. Los crustáceos presentaron mayor densidad, cuya abundancia relativa estuvo compuesta principalmente por copépodos (43.3 %), seguido de zoeas de brachiuras (17.3 %), larvas de cirripedios (13 %), además de larvas de eufáusidos en etapa de furcilia (8.7 %), y decápodos (2.2 %); y otros grupos como los quetognatos (7.4 %).

El muestreo en fase de reflujo, registró fluctuaciones cuyos valores estuvieron comprendidos entre un máximo de 42480 ind/100m³ y un mínimo de 3252 ind/100m³ y una media de 22866 ind/100m³ (Fig. 8). Naranjo (2001), reportó que la biomasa del zooplancton presentó condiciones similares a este estudio en la dominancia de crustáceos principalmente copépodos.

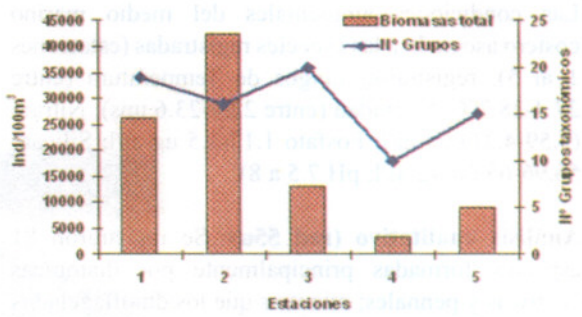


Figura 8. Distribución de la densidad zooplanctónica y número de grupos por estación

En las estaciones más externas, la mayor densidad poblacional del zooplancton se encontró en la estación 2 (cerca de la boya 16) y en la estación 1 (cerca de la Boya 17) con 42480 ind/100m³ y 26224 ind/100m³ respectivamente (Fig. 8). La distribución y densidad de los principales grupos zooplanctónicos registrados como abundantes y frecuentes se encuentran en la Figura 9.

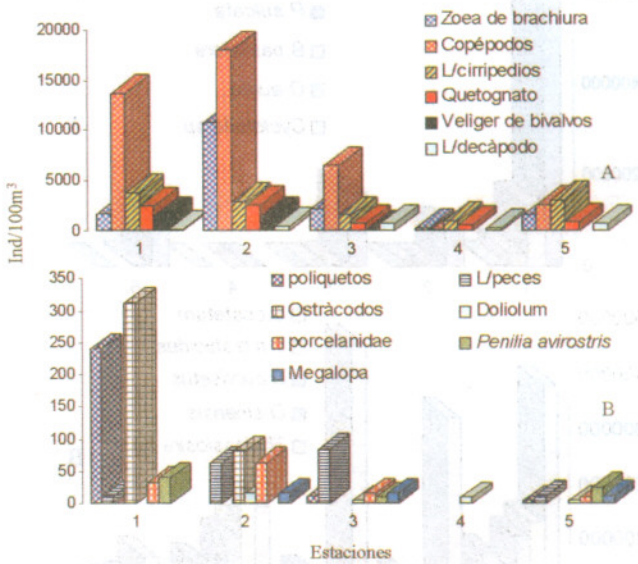


Figura 9. Distribución de los principales grupos zooplanctónicos más abundantes (A) y menos abundantes (B)

En el sector donde se presentó menor densidad poblacional de zooplancton (Estación 4), se evidenció reducción de los copépodos y ligeramente de zoeas de brachiura; posiblemente esta reducción fue debido a la disminución del caudal de agua del Estero y/o por la abundancia relativa de *N. scintillans* (1008 ind/m³). En la estación 1 estuvo representada por cinco grupos zooplanctónicos mas representativos como los copépodos con 53.33% ubicándose dentro de las categorías de constante y dominantes, seguido de larvas de cirripedios con 14.35%, quetognatos con 9.20%, zoeas de brachiura con 6.53%, larvas de decápodos con 6.44%, ubicándose como accidentales según la escala propuesta por Boodenheimer (1955).

En la estación 2 se reportó 16 grupos zooplanctónicos, donde los copépodos fueron relativamente abundantes (42.92%), ubicándose en la escala de constantes como accesorios, seguido de zoeas de brachiura con 25.57%, larvas de decápodos 11.19%, larvas de cirripedios 6.62% y velíger de bivalvos con 3.42% como accidentales, cuyos valores de crustáceos encontrados en el área investigada fue menor en comparación con estudios realizados por Luzuriaga *et al.*,(1998).

La mayor frecuencia del microzooplancton (estadios denominados como copepoditos) encontrados (red de 55micras) fue hacia las estaciones 4 y 5 (que se encuentran más cercanas al sector del manglar).

Distribución de huevos y larvas de peces.

La componente ictioplanctónica represento en la biomasa total del zooplancton el 0.2%. Se registraron 172 larvas/100m³ en toda el área de estudio, registrándose solo en E2 (64 larvas/100m³) y E3 (84 larvas/100m³) y presencia solo en E1 y E5 (Fig.10).

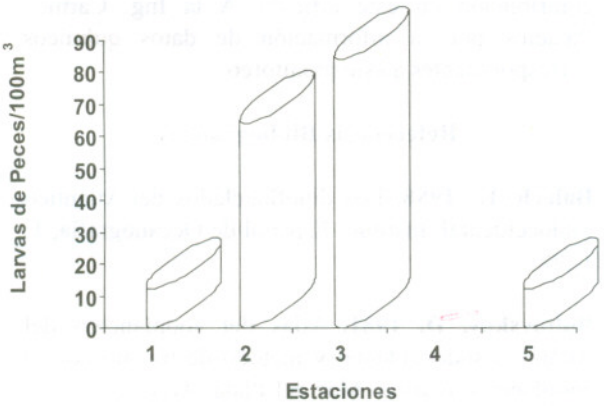


Figura 10 . Distribución de Larvas de peces (junio/07).

Índices de Biodiversidad en Plancton

Los índices de diversidad estimados en el grupo taxonómico cuantitativo y cualitativo del fitoplancton (especies) y del zooplancton (taxones) en una área geográfica frente a Posorja (Golfo de Guayaquil), presentaron valores entre 2.4448 bits/cel (0 m), 2.7919 bits/cel (Fondo), 2.4385 bits/cel (red 55 u,0 m), y del zooplancton 2.2408 bits/cel (335 u); están representados en la Fig. 11.

Acogiendo la estimación de Salusso y Moraña (2002) para la valoración del índice de diversidad Shannon y Weaver (H´), se podría estimar que el valor de 2-3 estaría indicando sitios medianamente contaminados.

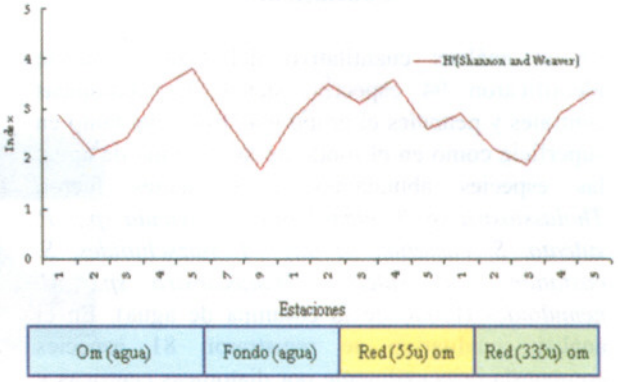


Figura 11. Distribución del índice de diversidad en la componente cuali-cuantitativa del fitoplancton y del zooplancton.

Discusiones

En el análisis de muestras del fitoplancton de Posorja, se identificaron especies del fitoplancton (dinoflagelados) que se relacionan con formaciones de eventos de mareas rojas (bloom algal de una especie), siendo *P. maximum* la que registró mayor densidad algal, seguida de *N. scentillans* y *D. caudata*. Aunque estos géneros tienen amplia distribución en aguas tropicales, son especies de hábitat planctónico y bentónico/epifita sobre macroalgas, corales y en el detritus en zonas de manglar (Taylor *et al.*, 2004), tolerante a variadas temperaturas y salinidades como *D. caudata* (Balech, 1988) y esta asociada a la presencia de toxinas diarreicas (DSP) en el borde costero del Pacífico en Chile, Perú, Colombia (Reguera, 2003; Medina, 1998). Estos registros de mareas rojas, no es un término científico sino un término operativo que es aceptado por los científicos y por los gestores sanitarios y medioambientales (Hallegraeff *et al.*, 2004; Sar *et al.*, 2002; GEOHAB, 2001).

La abundancia del zooplancton registrada en este estudio fue mayor a la reportada por Naranjo (2001) y menor a la reportada por Bonilla-Coello *et al.*, (2002). Los grupos del zooplancton más abundantes en junio 2006 fueron los copépodos, zoeas de brachiura y larvas de decápodos, lo que coincide con los grupos dominantes reportados entre abril y septiembre del 2001 (Bonilla-Coello *et al.*, 2002); resultados que difieren ligeramente con los principales grupos (copépodos, ostrácodos, larvas de crustáceos y quetognatos) en el Golfo de Guayaquil (Luzuriaga, 1989). Bonilla-Coello, *et al.*, (2002) menciona que los copépodos se incrementaron para los meses de abril y septiembre del 2001.

Conclusiones

En el análisis cuantitativo del fitoplancton se identificaron 94 especies, siendo las diatomeas centrales y pennales el grupo más frecuente tanto en superficie como en el fondo de la columna de agua; las especies abundantes y frecuentes fueron *Thalassiosira sp, T. nitzschioides, Navicula sp., P. sulcata, S. costatum (o m); T. nitzschioides, S. costatum, P. sulcata, Thalassiosira sp,, M. nemuloides* (fondo de la columna de agua). En el análisis cualitativo se registraron 81 especies compuesta principalmente por diatomeas centricas y pennales, las más abundantes fueron *S. costatum, T. nitzschioides*, *Paralia sulcata, Chaetoceros curvisetus*. En las estaciones E1 y E2 se registró la mayor densidad micro-algal en ambos métodos.

La distribución y abundancia de especies fitoplanctónicas permitieron establecer tres grupos: a) especies propias del estuario del Golfo interior de Guayaquil; b) especies de aguas externas que ingresan por el canal del Morro (como *P.maximun, G. striata, C. affinis, E, zoodiacus*), y; c) especies de los dos ramales internos (> *Navicula*) cuyas aguas se renovan solo en marea alta. Los índices de diversidad reflejaron valores intermedios entre 2 a 3 bits/cel.

Entre las especies de fitoplancton con riesgos nocivos y formadoras de mareas rojas, se evidenció la ligera abundancia de *P. maximun* (en estación 3), considerando los antecedentes ha registrado blooms causando mareas rojas dentro del Golfo de Guayaquil (interno y externo); *D. caudata* fue frecuente y con mayor presencia en las estaciones 3,4,5. *Noctiluca scintillans* fue abundante hacia las estaciones 2 y 4. Por consiguiente, el incremento de la contaminación antropogénica por las actividades generadas en tierra con la entrada de nutrientes, serían elementos favorables para causar mareas rojas.

Se evidenciaron 25 grupos zooplanctónicos en este estudio (reflujo), y su mayor densidad fue hacia la parte central del Canal del Morro, compuesta por crustáceos (copépodos, zoeas de brachiuras, larvas de cirripedios, larvas de eufáusidos, decápodos y otros grupos como los quetognatos). La menor concentración de biomasa zooplanctónica se encontró en la estación 4 frente al muelle del Retén.

Los estadios de huevos y larvas de peces registraron baja densidad. La mayor frecuencia de copepoditos (red de 55micras) fue hacia las estaciones 4 y 5 que se encuentran más cercanas al sector del manglar. Sin embargo, los copépodos adultos fueron poco frecuentes en la estación 1 y 2. Esta distribución fue coincidente con la mayor densidad de algunas especies de fitoplancton.

Entre los impactos al ambiente del borde costero el sector de los dos ramales que bordean el Reten Naval serían los sitios más críticos, sus aguas son afectadas por la descarga directa de las diversas actividades realizadas en tierra. Se ha estimado que la destrucción del manglar en Posorja ha sido atribuido a la expansión de áreas industriales, aunque Posorja ha sido considerada como uno de los proyectos pilotos del Programa de Recursos pesqueros (ZEMs) por más de 15 años, además del principio precautelatorio en la conservación de la biodiversidad y el manejo de los recursos naturales, implica la necesidad de un balance entre las políticas y la valoración ambiental (Cooney, 2004).

Agradecimientos

A los directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por el interés y apoyo a estas investigaciones. Al M.Sc Nikita Gaibor por su contribución en este artículo. A la Ing. Carmen Palacios por la información de datos químicos correspondientes a este monitoreo.

Referencias Bibliográficas

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

Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata. Argentina. 5(3): 32–40

Bonilla M., Púas F. y J. Camposano, 2002. Condiciones del Plancton en una estación fija: Puerto El Morro-Playas, Golfo de Guayaquil 2000-2002. Acta Oceanográfica del Pacífico, 11 (1): 91-99.

Boodenheimer F., 1955. Précis d`cologie animale. Payot, Paris, 235pp.

CPPS, 2005. Reunión sobre desarrollo e implementación del programa de acción nacional para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra. CPPS-PNUMA. Mayo 2005 en Guayaquil-Ecuador. http://www.cpps-int.org/spanish/planaccion/reunion/Informe%20PAM%202005.pdf.

Cochlan P. Fukuyo Y., y S. Gollasch. 2005. Natural and anthropogenic introductions of marine species.

and anthropogenic introductions of marine species. Summary of the PICES XIIIth Annual Meeting (I-day MEQ Topic Session, co-sponsored by ICES). Annex 14.

Cooney, R. 2004. The Precautionary Principle in Biodiversity Conservation and Natural Resource Management: An issues paper for policy-makers, researchers and practitioners. IUCN Policy and Global Change Series No. 2., Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xi + 51pp.

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

Gaibor et al., (2000). Estrategias de adaptación al Cambio climático en la cuenca Baja del Río Guayas y golfo Interior de guayaquil. Comité Nacional sobre el Clima GEF-PNUD, Ministerio del Ambiente, Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático. Instituto Nacional de Pesca, Subsecretaría de Desarrollo Sostenible y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Gasca, R. y E. Suárez. 1996. Introducción al zooplancton marino. ECOSUR-CONACYT, México 1-771pp.

GEOHAB, 2001. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms. Science Plan. P. Glibert and G. Pitchers (Eds). SCOR and IOC, Baltimore and Paris, 87 pp.

GLOBEC. 2003. Marine Ecosystems and Global Change. IGBP Science No. 5. pp 32.

Hallegraeff G. 2002. Aquaculturists Guide to harmful Australian Microalgae. Universidad de Tasmania, Australia.

Hallegraeff G., Anderson D. and A. Cembella, 2004. Manual on Harmful Marine Microalgae. Monographs on Oceanographic Methodology, UNESCO.

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

Jiménez R., 1996. Componente biológica en Proyecto Patra (Medio Físico Golfo de Guayaquil).

Luzuriaga, M. 1989. Crustáceos zooplanctónicos y materia orgánica en Manglares del Golfo de Guayaquil. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Numero especial),1989 Pág. 113-125.

Luzuriaga-Cruz M., Ortega D., Elias E., y M. Flores. 1998. Relaciones de abundancia entre el 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. Instituto Nacional de Pesca, Ecuador, pp. 385-418.

Medina L., 1998. Composición y comportamiento del Fitoplancton en el área del Pacifico Colombiano años 1995-97. Boletín Científico del CCCP: 95-108.

Naranjo, C. 2001. Zooplancton en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, durante Mayo/2001. Acta Oceanográfica de Pacífico Vol. 11N.-1, 2002 Pág. 101-112.

Pesantes F., 1983. Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 283-399.

PMRC, 1993. Plan de Manejo de la ZEM Playas-Posorja-Pto. del Morro. Programa de Manejo de Recursos Pesqueros. Presidencia de la República.

Reguera B., 2003. Biología, autoecología y toxicología de las principales especies del Género Dinophysis asociadas a episodios de intoxicación diarreogénica por Bivalvos (DSP). Tesis Doctoral. Univ. Barcelona.

Salusso M. y L. Moraña, 2002. Comparación de índices bióticos utilizados en el monitoreo de dos sistemas lóticos del noroeste argentino. Rev. Biol. Trop. 50(1): 327-336.

Sar E., Ferrario M., y B. Reguera, 2002. Floraciones algales nocivas en el cono Sur Americano. Instituto español de Oceanografía.

Taylor F., 1987. The Biology of Dinoflagellates. Botanical Monographs, 21. Blackwell Scientific Publications.

Taylor F., Fukuyo Y., Larsen J., and M. Hallegraeff. 2004. Taxonomy of Harmful dinoflagellates. In Manual on Harmful Marine Microalgae. Ed., G.Hallegraeff, D. Anderson y A. Cembella.UNESCO.

Tomas C., 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press.

Torres G., Calderón T., Mero M., y V. Franco, 2003. Procesos planctónicos en el Golfo de Guayaquil (Campo Amistad), julio-agosto/2001. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR, Ecuador), 12 (1): 81-92.

Torres G., Tapia M., Coello D. y R. Jiménez. 2003. Monitoreos de Fitoplancton y eventos de Mareas Rojas en el Pacífico Ecuatorial (Ecuador). Presentado en el Sexto Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones de Algas Nocivas en Sudamérica. Informe Regional de FANSA para COI-UNESCO, October 2003, Guayaquil, Ecuador.

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

Young Craig M. 2002. Atlas of Marine Invertebrate larva USA. 626 pp.

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

Zingone A. and H. Enevoldsen, 2000. The Diversity of harmful algal blooms: a Challenge for science and management. Ocean & Coastal Management. 43: 725-748.

CAMBIOS DE LA DENSIDAD DE LOS CLADÓCEROS *P. avirrostris* Y *E. tergentina* DURANTE LAS ÉPOCAS CÁLIDAS Y FRÍAS (DIC. 2004 Y NOV. 2005) EN LA BAHÍA DE SANTA ELENA (LA LIBERTAD- ECUADOR).

Por: Carlos Andrade[1]

RESUMEN

El presente trabajo se basa en el análisis cuali-cuantitativo de zooplancton y de frecuencia de grupos presente de 240 muestras de plancton colectadas quincenalmente en aguas superficiales costeras frente a Bahía de Santa Elena (La Libertad) y distribuidas en 6 estaciones durante Diciembre 2004 -Noviembre 2005. Se determinan 19 grupos de organismos del zooplancton, siendo dominantes los cladóceros Penilia avirrostris y Evadne tergentina, copépodo, huevos y larvas de peces y zoeas de brachiura.

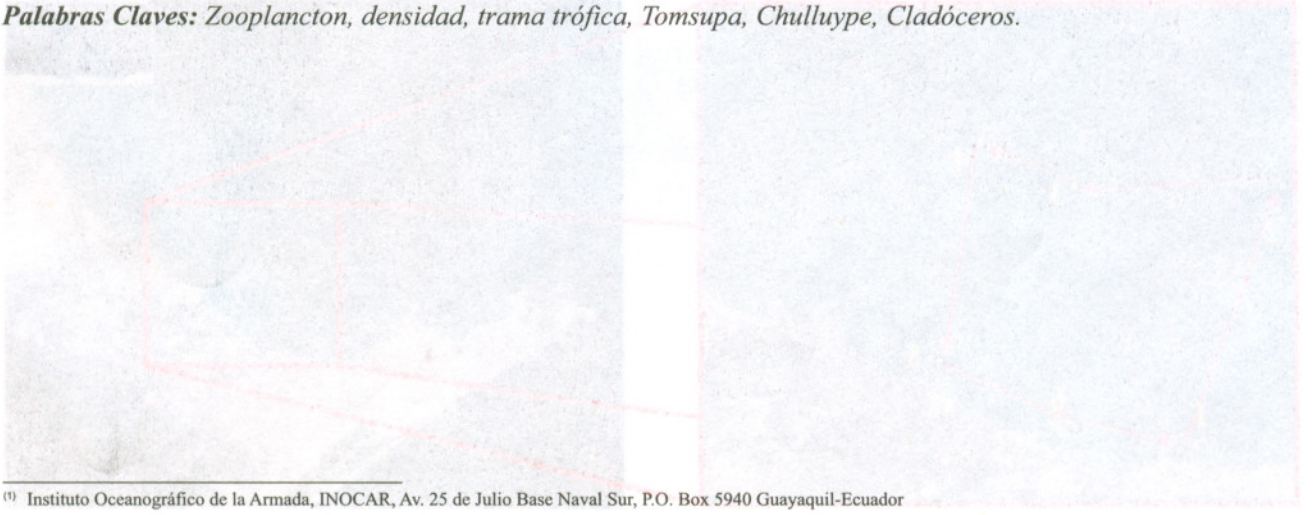
Los cladóceros registraron una marcada variación estacional, determinándose elevadas poblaciones de Penilia avirrostris en la época seca, asociada con rangos de temperatura del mar entre 20 a 22ºC.

Abstract

The present work is based on the cuali-quantitative zooplankton analysis and frequency of present groups regarding 240 plankton samples collected twice a month in 6 stations in coastal superficial waters during the winter and summer in front of Santa Elena´s Bay (La Libertad) between December 2004- November 2005.
It were determined 19 zooplankton groups, being the dominant ones: cladocera Penilia avirrostris and Evadne tergentina, copepod, eggs and larvae of fish and brachyura zoeas.

Two cladocera species were determined: species Penilia avirrostris and Evadne tergentina; their distribution in dry season is notorious with a numerous population of P. avirrostris, when the temperature of the sea reports ranges from 20 to 22ºC.

Palabras Claves: *Zooplancton, densidad, trama trófica, Tomsupa, Chulluype, Cladóceros.*



[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

En la bahía de Santa Elena (La Libertad) el ecosistema marino-costero de poca profundidad (3-15 m) es muy complejo y de gran importancia por la contaminación persistente por derrames sistemáticos de hidrocarburos (Torres *et al.*, 2002). La mayoría de los recursos marinos están concentrados cerca de la zona costera donde habita la población humana. Por consiguientes estos ecosistemas se encuentran influenciados por el transporte naviero, pesca artesanal y desechos de aguas servidas que junto a las aguas lluvias desembocan en las playas (Torres, Op. cit.).

En Ecuador en las zonas muy costeras han sido pocos investigadas sin embargo el aporte de los primeros estudios han sido anunciado por Marshall (1970), Jiménez (1975); Jiménez y Bonilla (1980), quienes han enfocado que cerca de la puntilla de Santa Elena existe una gran diversidad en la productividad biológica, debido a las influencias del borde sur del frente ecuatorial y el norte del golfo de Guayaquil.

Los monitoreos realizados en las estaciones fijas de 10 millas costa afuera de La Libertad han demostrado que los meses de mayor productividad son los influenciados por la corriente fría de Humboldt (Bonilla, 1990; Garcés, 1997; Luzuriaga-Cruz *et al.*, (1998).

Cajas (1982) considera que el estudio de los hábitat del zooplancton profundiza el conocimiento de la distribución de las especies importantes en la pesquería, además de considerar al zooplancton como un excelentes indicador biológicos de masas de aguas y de contaminación utilizando determinados grupos como los Pterópodos, Heterópodos, Copépodos, Cladóceros, Medusas y Sifonóforos. Este mismo investigador menciona que el zooplancton en las zonas costeras, esta influenciado por las características hidrográficas locales (corrientes marino-costeras) y sus patrones de distribución siguen en la dinámica de las aguas (Cajas, 1982), ya que constituye un componente muy importante debido a su rol en la trama trófica marina como consumidor secundario (Cajas, Op. cit.). El zooplancton en las zonas costeras, esta influenciado directamente por la dinámica de las corrientes marinas y los patrones de distribución zooplanctónica siguen los movimientos de las masas aguas (Cajas, Op. cit.).

Por esta razón el objetivo del presente estudio es determinar los cambios poblacionales durante las estaciones calida y fría de este grupo taxonómico y del zooplancton acompañante mas abundante en aguas de la Bahía de Santa Elena vs. Las variables ambientales; temperatura y salinidad.

Área de Estudio

La Bahía de Santa Elena (La Libertad) esta ubicada en la franja costera al Noroeste de la provincia del Guayas, cuya área de estudio se encuentra sujeta a la influencia de actividades antropogénicas Fig. 1, teniendo un clima tropical, donde la corriente fría de Humboldt es un factor determinante de la climatología de la región. El promedio anual de temperatura ambiental es de 24.1 °C y TSM 24.7 °C, su precipitación acumulada del año 2004 fue de 36.9 mm y 2005 con 33.7mm. La humedad relativa del ambiente es del 84% y 85% respectivamente (INOCAR, 2004-2005).

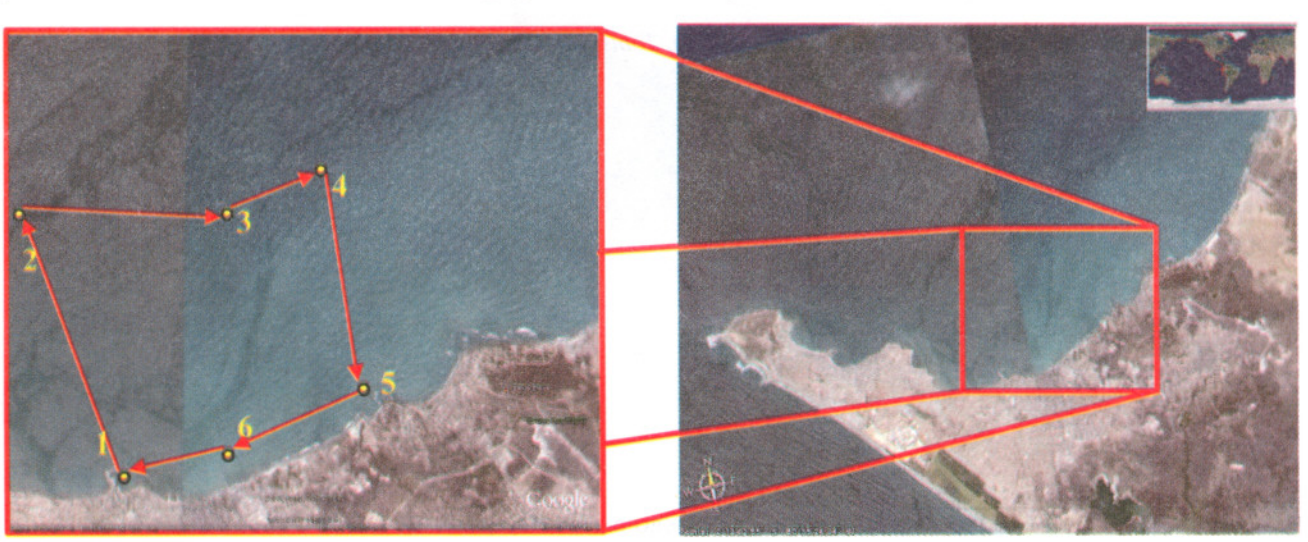


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la Bahía de Santa Elena (La Libertad).

La zona de estudio se realiza en La Bahía de Santa Elena (La Libertad) esta ubicada en la franja costera al Noreste de la Provincia de Santa Elena, (2°13'1.6" y 2°12'42" Sur ; 80°55'14.8" y 80°54'24"W) Esta área encuentra sujeta a la influencia de actividades antropogénicas.

El estudio se basó en 6 estaciones de monitoreo: Puerto Lucía (E1), Boya Bellsouht (E2), E3 (Boyas Internacionales), E4 Bajo ballenita, E5 Punta Chulluype y E6 Boya la Tortuga, las cuales abarcan 7 millas cuadradas (Tabla 1).

ESTACIONES	LATITUD (S)	LONGITUD (W)
Estación 1 (400 m de la playa Puerto Lucía)	02°13'1.68"	080°55'14.88"
Estación 2 (2 millas de la playa)	02°11'1.68 "	080°55'32.04"
Estación 3 (1.78 millas de la playa)	02°10'53.58"	080°54'2.24"
Estación 4 (1.4 millas de la playa)	02°10'23.82"	080°53'36.36"
Estación 5 (500 m de la playa Ecuatun)	02°12'18.42"	080'53'24.18"
Estación 6 (300 m fuera del muelle SUINLI)	02°12'42.00"	080°54'24.36"

Tabla 1. Ubicación Geográfica del área de estudio

Las estaciones E1, E6 y E5 están ubicadas a 800 metros de la zona de playa; las estaciones E2, E3 y E 4 a una distancia de 2,2 millas náuticas (Fig. 1).

Metodología

Los resultados del presente estudio se basas en el análisis de las densidades poblacionales de las dos especies de Cladóceros (*P. avirrostris y E. tergentina*) colectados en las muestras entre Diciembre del 2004 y Noviembre de 2005. Los muestreos de zooplancton fueron realizados a intervalos cada 15 días en La Libertad (2 veces al día; mañana 08:00 – tarde 17:00).

Los arrastres superficiales se los realizaron durante 5 minutos en forma circular (100m Ø), a una velocidad de 2 nudos a bordo de una embarcación de fibra (Tomsupa IV) con motor fuera de borda de 75 HP, marca Evinrrude, La profundidad de a zona de muestreo se encuentra entre un rango de 3 y 15 m.

Las variables ambientales fueron determinadas mediante el registro de la temperatura superficial del mar (TSM) con un termómetro de mercurio (termómetro de balde) graduado con un rango de -10 a 60 °C. La salinidad superficial del mar (SSM) con un refractómetro marca Bio Marine Acuafauna ABMTC con un rango de 0 a 100 ppt y la turbidez mediante el disco Secchi.

Todas las muestras biológicas (240) fueron obtenidas con red Cónica Simple (WP-2) con apertura de malla de 335u y con diámetro de la boca de la red de 0,30m. Adicionalmente el volumen de agua filtrada se lo obtuvo siguiendo las fórmulas establecidas en el Atlas de zooplancton por Boltovskoy, los datos obtenidos fueron extrapolados a 100m³.

Cabe mencionar que se tomaron 120 muestras en la estación lluviosa (diciembre 2004 – mayo 2005), 12 muestras en el mes de transición (junio), 96 muestras en la estación seca (julio-octubre) y 12 muestra en el mes de noviembre (mes de transición), Las muestras colectadas fueron tratadas con cloruro de magnesio como narcotizante para los organismos gelatinosos y luego fijados con formalina al 4% y neutralizado con Bórax "Tetraborato de sodio" (Boltovskoy, 1981).

Para determinar el volumen de agua filtrada se utilizó la siguiente formula:

a) Área de la superficie de la red mediante la formula del círculo.

$\pi (r^2)$

r : radio boca red cónica simple.

π : 3.1416

a) Volumen de agua filtrada.

Superficie de boca de red X distancia de arrastre (m) X Eficiencia de filtración

Eficiencia de filtración: Se utilizó el Manual Zooplancton Sampling (1968),

b) Utilizando un coeficiente de filtración de 0.9 para calcular el error de volumen de agua filtrada.

Para calcular la biomasa en el arrastre superficial se utilizó la siguiente fórmula:

$$N = \frac{n(100)}{vf}$$

Donde:

N = No. Organismos en 100 m³

n = No. Organismos en la muestras

vf = Volumen de agua filtrada en el arrastre (44 m³).

En el laboratorio se procedió al análisis de las muestras zooplanctónicas y extraer alícuota con la ayudar del separador de Folsom (Mc Ewen *et al.*, 1954), cuando el alto número de ejemplares en la muestra lo requerían. Para realizar el contaje cuali-cuantitativo del zooplancton se procede a realizarlo en la cámara de contaje de Bogorov (Boltovskoy, 1981).

Para la identificación taxonómica de los principales grupos del zooplancton se siguió la metodología de Boltovskoy (1981). Tregouboff, G. & M. Rose (1957); De Boyd (1977). Young Craig M. 2002 Atlas of Marine Invertebrate larva USA. 626 pp.

Los grupos se clasificaron de acuerdo a la escala taxonómica propuesta por Bodenheimer (1955), referido en Mújica y Ascencio (1985).

Afín de obtener una aproximación a la composición Faunística del zooplancton se determinaron los parámetros comunitarios: constancia y dominancia numérica.

La constancia se calcula estableciendo la relación porcentual entre el número de muestras en que se encontró cada grupo y el total de muestras del sustrato.

La dominancia numérica se expresa como la relación porcentual entre el número de zooplanctontes de cada grupo, con respecto al total de especimenes recolectados.

Tabla 2

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

Tabla 2. Rangos para determinar las Categorías en el Análisis Faunístico del Zooplancton en la Bahía de Santa Elena durante

Resultados

Cladóceros *(Penilia avirrostris y Evadne tergentina).*

Durante las mañanas (08h00) en la época lluviosa (Cálida) se determinó un total de 5578,433 ind/100m³, este grupo estuvo caracterizado por presentar tres máximos de abundancia, diciembre con 158376 ind/100m³, marzo con 262255 ind/100m³ y abril con 331964 ind/100m³, determinándose dos especies características de aguas tropicales y subtropicales como *P. avirrostris* que representó el 88% de su distribución global y *E. tergentina* que reportó un 12% de la población total de cladóceros (Fig.2)

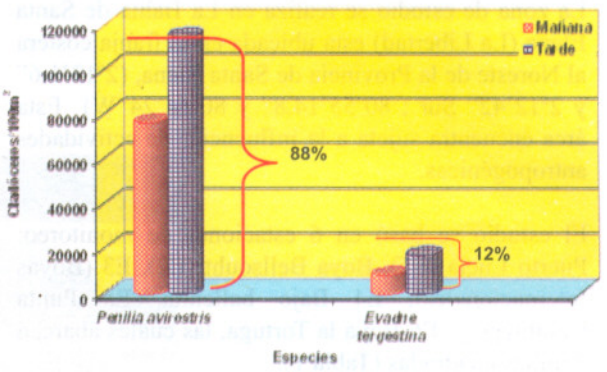


Figura 2. Variación de la abundancia relativa entre las dos especies de Cladóceros (*Penilia avirrostris y Evadne tergentina*), durante la estación lluviosa en la Bahía de Santa Elena Dic. 2004 – May 2005.

Cabe mencionar que ambas especies se las ubican en la categoría de constantes con una media de temperatura de 22.3ºC, mientras por la tarde (17h00) ambas especies incrementaron un promedio del 27% de su densidad poblacional total, observándose un máximo para el mes de marzo de 666246 ind/100m³. Con respecto a su distribución térmica *P. avirrostris* se ubica desde los 9ºC hasta sus óptimos por encima de los 20ºC Casanova (1968) Fig. 3.

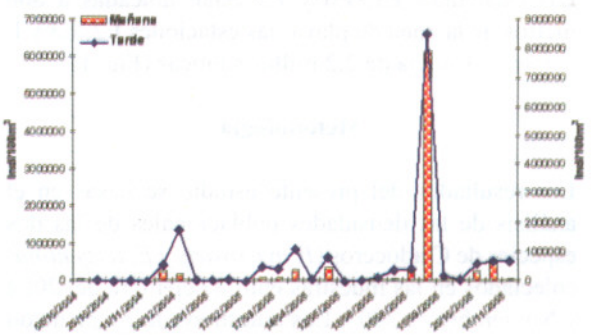


Figura 3. Distribución Estacional de las densidades poblacionales de Cladóceros (*Penilia avirrostris y Evadne tergentina*) en la Bahia de Santa Elena en época seca y húmeda durante Dic. 2004 - Nov. 2005

Cabe mencionar que durante la época cálida se evidenciaron tres máximos poblacionales por la tarde (17h00), reportando valores de 17705451 ind/100m³ para diciembre, 1103673 ind/100m³ para la segunda quincena de marzo 2005 y de 840873 ind/100m³ para mayo, cabe mencionar que las más bajas densidades se presentaron para la segunda quincena de diciembre 2004, enero 2005 y primera semana de febrero con una media poblacional de 16536 ind/100m³, abril y mayo con valores medios de 36835 ind/100m³, Mientras por las mañanas la distribución de este grupo fue menor a excepción de dos ligeros repuntes poblacionales reportados para la segunda semana de marzo y abril 2005 con un

promedio de 297110 ind/100m³ (Fig. 4).

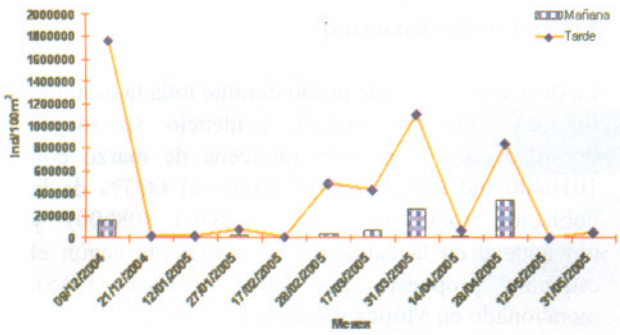


Figura 4. Distribución de las densidades poblacionales de Cladóceros (*Penilia avirrostris y Evadne tergentina*) en época lluviosa en la Bahía de Santa Elena durante 2005.

En cuanto a la distribución de las especies de cladóceros, se evidenció que *Penilia avirrostris* presentó mayor densidad poblacional por las tardes (17h00) durante el mes de diciembre 2004 (151304 ind/100m³), seguido del mes de abril con 24029 ind/100m³, mientras los valores mínimos se reportaron para febrero y mayo 2005, mientras en las mañanas (08h00) se evidenció menores densidades presentando los máximos poblacionales para marzo y abril con una media de 23048 ind/100m³, valores que difieren a los reportados por Torres *et al.*, 2002 donde mencionan que en la Puntilla de Santa Elena *P. avirrostris* representa el 26% de abundancia relativa del total de zooplancton (Fig.5).

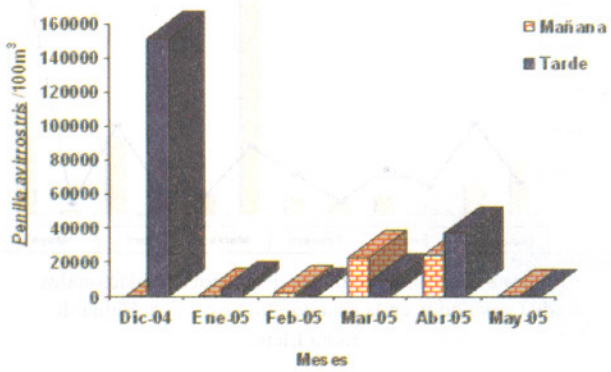


Figura 5. Incremento de la densidad poblacional de *Penilia avirrostris* por las tardes para los meses de diciembre 2004, abril 2005, en la época cálida.

Mientras *Evadne tergentina* durante la tarde (17h00) se evidenció un máximo para el mes de abril con 36262 ind/100m³ y densidades medias de 8215 ind/100m³ para febrero y 6529 ind/100m³ para diciembre 2004, si embargo se reportó las menores densidades poblacionales para los meses enero (95 ind/100m³) y marzo (1047 ind/100m³). Sin embargo durante las mañanas esta especie, fue menos representativa registrando su máxima densidad de 9381 ind/100m³, mientras las menores densidades oscilan entre 100 a 190 ind/100m³ distribuidas entre diciembre, enero y febrero (Fig. 6).

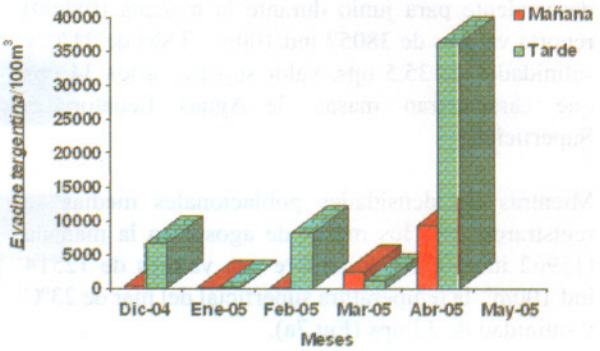


Figura 6. Variabilidad de las densidades de *Evadne tergentina* durante la mañana y tarde en la época cálida Dic 2004 – May 2005.

Durante la época seca (fría) se evidenció que la densidad total de cladóceros por la tarde (17h00) fue mayor, reportándose el máximo valor (8539418 ind/100m³) para la segunda mitad del mes de agosto, mientras por las mañanas (08H00) su distribución fue menor, reportando 6128727 ind/100m³, cabe mencionar que *P.avirrostris* reportó un 98% de su abundancia relativa y *E. tergentina* el 2% durante las tardes (Fig. 7).

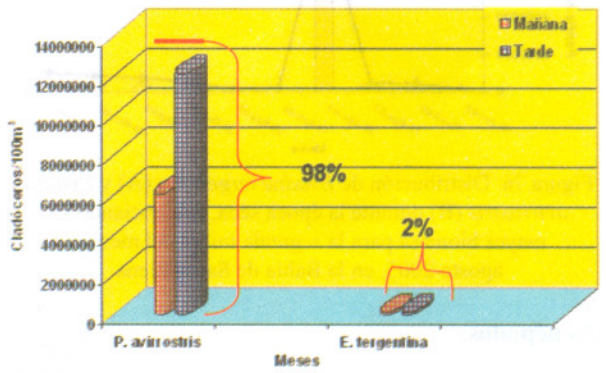


Figura 7. Variación de las biomasas de las dos especies de Cladóceros (*P. avirrostris y E. tergentina*) durante la época seca 2005 en la Bahía de Santa Elena.

P. avirrostris presenta una amplia distribución registrando para el mes de agosto valores máximos de 5022590 ind/100m³ durante la mañana (08h00) y 9568133 ind/100m³ por la tarde (17h00), la temperatura media superficial para este mes registrada fue de 22.3ºC y salinidad de 32.9 ups.

Mientras la menor población de individuos se registró para septiembre en la mañana (16485 ind/100m³), mientras por la tarde incremento su población un 92% reportando valores de 200114 ind/100m³ y temperaturas superficial del mar de 23.8ºC y 30.4 ups.

Mientras *E. tergentina* evidenció sus mayor densidad poblacional por la mañana para el mes de agosto registrando valores de 72095 ind/100m³, de forma descendente para junio durante la mañana (08h00) reporta valores de 38057 ind/100m³, TSM de 21°C y salinidades de 35.5 ups, valor superior a los 34 ups que caracterizan masas de Aguas Ecuatoriales Superficiales.

Mientras las densidades poblacionales medias se registraron para los meses de agosto en la mañana (15962 ind/100m³) y octubre con valores de 12514 ind/100m³, la temperatura superficial del mar de 23°C y salinidad de 33 ups (Fig.7a).

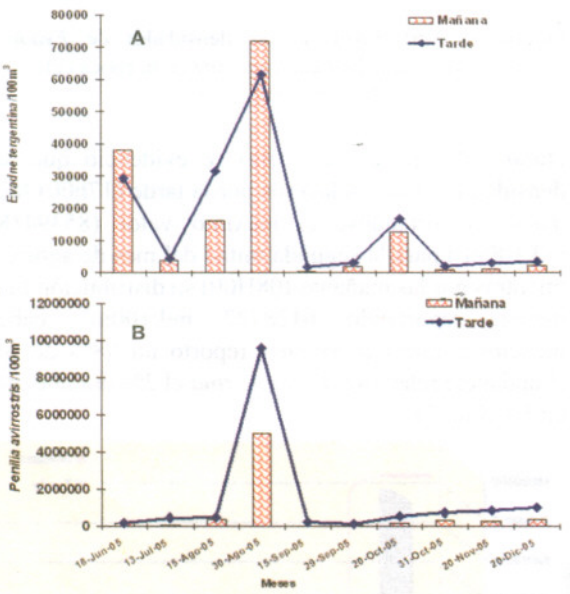


Figura 7a. Distribución de *Evadne tergentina* (A) y *Penilia avirrostris* (B) durante la época seca, evidenciando su mayor biomasa para la segunda mitad del mes de agosto 2005, en la Bahía de Santa Elena

Copépodos.

Este grupo se caracterizó por estar presente durante todo el año en las aguas de la Bahía de Santa Elena, reportando mayor abundancia en la época seca. Las densidades mas elevadas de este grupo se registraron para el mes de junio con 945273 ind/100m³, reportando un 68% de su densidad total durante la mañana (08h00) y 55% por la tarde (17h00) ubicándolo en la categoría de dominante.

Mientras para el mes agosto los copépodos reportaron su mínima densidad con 1477636 ind/100m³ correspondiente a 19% de su densidad total en la mañana (08h00), mientras por la tarde (17h00) se ubicaron en un 16 % (1765418 ind/100m³). Para la segunda mitad del mes de septiembre encontramos una densidad media de 1122982 ind/100m³ con 19.5% catálogado como dominante según la escala propuesta por Boodenheimer 1955.

Época Cálida (Invierno)

La distribución de este grupo durante toda la estación lluviosa (diciembre-mayo), evidenció su mayor densidad para la primera quincena de marzo con 1010400 ind/100m³, representando el 66.7% de la población total durante a mañana (08h00) y ubicándose en la categoría de dominante según el esquema propuesto por Boodenheimer (1955), mencionado en Mújica y Ascencio (1985).

Mientras por la tarde (17h00) se reportaron valores inferiores de su densidad total (321382 ind/100m³) con un 19.3%, las densidades medias de este grupo se registraron en los meses de diciembre con 205963 ind/100m³ y abril con 189382. ind/100m³, incrementándose levemente su densidad poblacional en 399055 ind/100m³ para la segunda mitad del mes, mientras para mayo se reportó una población de 375918 ind/100m³ en la mañana (08h00), aumentando considerablemente a 1105291 ind/100m³ en la tarde (17h00).

Además es de considerar el comportamiento de distribución de este grupo por presentar características alimenticias herbívoras, estando muy ligado con la distribución estacional del fitoplancton en la región (Fig. 8)

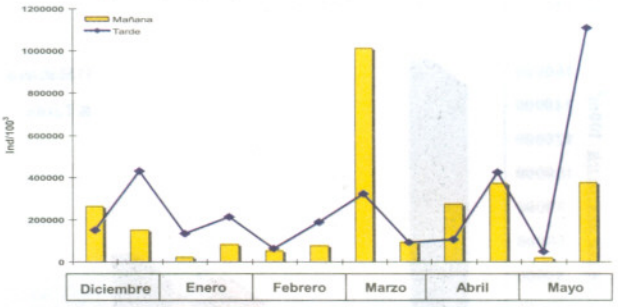


Figura 8. Distribución de las densidades poblacionales de Copépodos en la estación lluvioso en la Bahía de Santa Elena.

Época Fría (Verano)

Durante la estación seca (junio – noviembre) se presentaron las mayores abundancia de este grupo (copépodos), reportando para la segunda mitad de agosto valores de 1477636 ind/100m³ durante la mañana (08h00) y en septiembre con 1122982 ind/100m³. Mientras por la tarde los mayores picos se ubicaron el 30 de agosto con 1765418 ind/100m³, 20 de octubre con 1130400 ind/100m³.

Cabe mencionar que los valores mínimos se reportaron para julio con 230291 ind/100m³ y

noviembre con 57382 Ind/100m³ respectivamente (Fig.9).

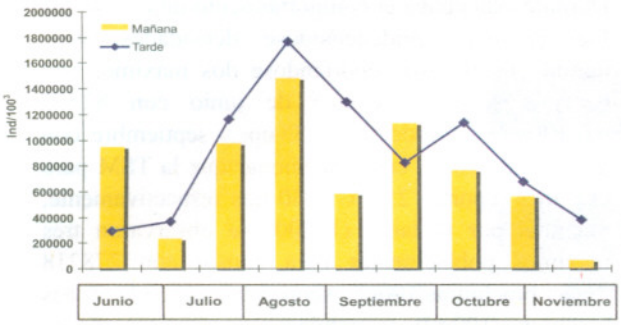


Figura 9. Distribución de los Copépodos en la estación seca durante 2005 en la Bahía de Santa Elena.

Huevos y Larvas de Peces

Durante la estación lluviosa la distribución de huevos de peces osciló entre dos máximos, el primero durante la segunda semana de febrero con 27000 huevos/100m³, representando un 34% de su biomasa, ubicándose en la categoría de constantes según el esquema propuesto por Boodenheimer (1955) y mayo con 20109 huevos/100m³ con un 36% de abundancia relativa, ubicándose en la categoría de dominantes durante la mañana.

Mientras para marzo se registró una media de 12755 huevos/100m³ representando el 25% de sus densidad total y un mínimo de 1664 huevos/100m³.

Mientras las larvas de peces en menor abundancia reportaron un máximo de 5809 larvas/100m³ para la cuarta semana de marzo ubicándose en la categoría de accesorios.

Durante esta estación se evidenciaron tres mínimos de densidades ubicados en los meses de enero, mayo y marzo respectivamente que juntos reportaron 313 larvas/100m³, ubicándose en la escala de accidentales (Fig 10a).

Cabe mencionar que en la época seca los huevos de peces se recolectaron durante toda la estación, siendo mas abundante para los meses de septiembre con 13073 huevos/100m³ representando un 8% y octubre con 15127 huevos/100m³ reportando un 9%, ubicándose en la escala de constantes.

Mientras las densidades medias en la mañana (08h00) se ubicaron en la categoría de accesorios con una promedio del 3% de sus densidades totales con valores medios de 5633 huevos/100m³. Además las menores densidades poblacionales por la mañana se registraron de septiembre a octubre con valores de 1905 huevos/100m³, ubicándose en la categoría de accidentales (Fig 10b).

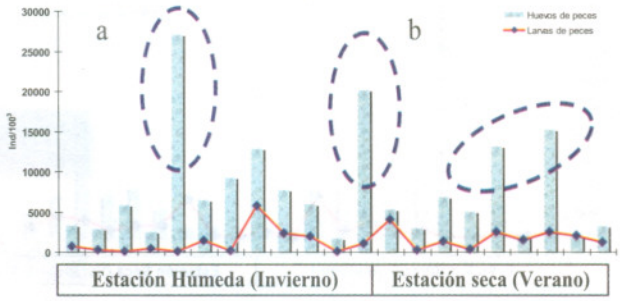


Figura 10. Distribución estacional de huevos y larvas de peces en la Bahía de Santa Elena durante el 2005 en la mañana (08h00).

Mientras por la tarde (17h00) en la estación lluviosa se evidenció la mayor abundancia en febrero reportando 45400 huevos/100m³ con un 22% de representación de su biomasa, además se reportó menores densidad para los meses de marzo con 27773 huevos/100m³ (14%) y abril con 15964 huevos/100m³ con un 8%.

Las densidades medias se evidenciaron para la segunda semana de febrero con 13982 huevos/100m³ ubicándose en la categoría de constantes, mientras en la categoría de accesorios se reporta para el mes de abril con un 5% de su densidad (9409 huevos/100m³).

Mientras las larvas de peces en esta época (Invierno) evidenciaron poca presencia, presentando un ligero incremento para el mes de abril con 455 larvas/100m³ ubicándose en la categoría de accidentales (Fig. 11a).

Durante la estación seca (Verano) la mayor densidad poblacional se registró para octubre con 23618 huevos/100m³ representando el 12% de su abundancia, mientras para septiembre se reportó una media de 9064 huevos/100m³ con 4.5% de abundancia. Cabe mencionar que los meses de octubre y noviembre presentaron una media poblacional de 6823 huevos/100m³ con un 3.5% de su abundancia relativa, mientras la mínima densidad se detectó para el mes de junio con 1632 huevos/100m³ y 1% de su abundancia, ubicándose en la categoría de accidentales.

Además las larvas de peces registraron para esta época (Verano) las menores densidades poblacionales pero con ligeros máximos registrados para el mes de agosto con 7418 larvas/100m³ (18%) y octubre con 4309 larvas/100m³ representando un 10% de su densidad, incrementándose ligeramente para la segunda mitad de agosto, septiembre y noviembre con un promedio poblacional de 2083 larvas/100m³ representando un 4.9% de su abundancia y ubicándose en la categoría de accesorio (Fig.11b).

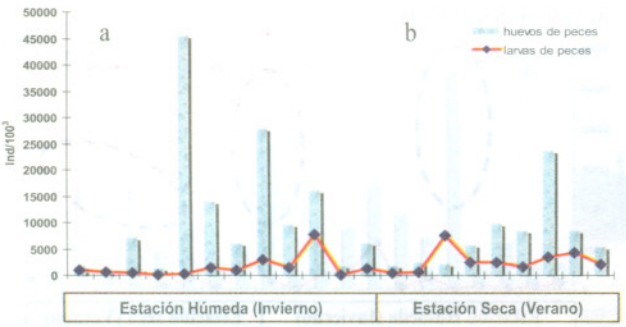


Figura 11. Distribución de los huevos y larvas de peces en las estaciones Invierno y Verano en la Bahía de Santa Elena, durante Dic 04- Nov 05 en la tarde (17h00).

Larvas de Crustaceos

Suborden Brachiura.

Época Cálida

El comportamiento de este grupo en ambas fases de mareas es muy regular, reportando densidades mayores durante la fase de reflujo, sin embargo durante la fase de flujo se puede evidenciar dos densidades máximas; una para finales de marzo con 65982 ind/100m³ y abril con 62345 ind/100m³ respectivamente, mientras las densidades medias fueron evidentes para enero y mayo con 20236 y 27936 ind/100m³ con una media de TSM de 27.8°C y 34 ups.

Cabe mencionar que este grupo se caracterizó por presentar mayor densidad por la tarde (17h00) evidenciándose dos máximos; el primero para diciembre 2004 con 74945 Zoeas brachiuras/100m³ y abril con 104073 Zoeas brachiuras/100m³ respectivamente.

Mientras las densidades medias estuvieron presentes para los meses enero, marzo y mayo con un promedio de 18424 Zoeas brachiuras/100m³ respectivamente (Fig. 12).

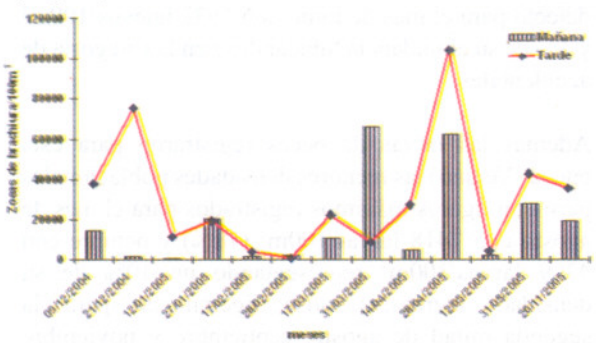


Figura 12. Distribución de las Biomasas de Zoeas de brachiuras en la Bahía de Santa Elena durante la época Cálida (lluviosa) 2005.

Época Seca

Durante esta época el comportamiento de este grupo fue irregular, evidenciándose densidades bajas durante la mañana reportándose dos máximo, uno para la segunda semana de junio con 82555 ind/100m³ y TSM de 21°C y 35 ups y septiembre con 40418 ind/100m³, cabe mencionar que la TSM para este mes reportó 23.8°C y 30 ups respectivamente, mientras por la tarde (17h00) se observaron tres máximos poblacionales para agosto con 278218 Zoeas brachiuras/100m³, septiembre (186327 Zoeas brachiuras/100m³) y octubre con 277273 Zoeas brachiuras/100m³ respectivamente.

Mientras las mínimas densidades se evidenciaron para agosto, septiembre con una media de 15246 Zoeas brachiuras/100m³ y diciembre con 3452 Zoeas brachiuras /100m³ (Fig13).

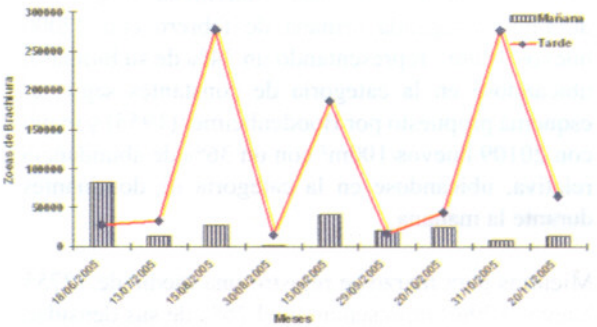


Figura 12. Incremento de las Biomasas de Zoeas de brachiuras en la Bahía de Santa Elena durante la tarde (17h00) en la época fría (Verano 2005).

Discusiones

Los trabajos de diversidad zooplanctónica frente a la Bahía de Santa Elena "La Libertad" es muy escasa, principalmente en las zonas adyacentes en Monteverde y Santa Rosa, sin embargo se realizó una comparación global de la abundancia relativa de los estudios desarrollados en la puntilla de Santa Elena y Golfo de Guayaquil.

Torres., *et al.*, 2004, en el estudio del plancton en la puntilla Santa Elena, señala que con red 335µ durante la mañana (7h20 – 9h30) se reportan 18 grupos zooplanctónicos con dominancia de Copépodos (71%), Ostrácodos (12%) y Zoeas de brachiuras con 2%, mientras por la tarde (17h00) se identificaron 18 grupos zooplanctónicos, con dominancia del orden Copépodo con un 86%, cladóceros (10%).

Ortega y Elías (1995), mencionaron que frente a la puntilla de Santa Elena se reportó mayores concentraciones de plancton para el mes de 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 observó frente a la puntilla y Bahía de Santa Elena, siendo los grupos más representativos los copépodos, quetognatos y cladóceros, además las larvas de peces reportaron altas densidades al norte y sur de la puntilla de Santa Elena.

Comparando con el presente estudio, se resalta que en la Bahía de Santa Elena la biomasa zooplanctónica durante la mañana (08h00) reporta 19 grupos, registrándose la dominancia de copépodos con un 64% de su abundancia, seguido de los cladóceros con 20%. Mientras por la tarde se reporta 21 grupos con un incremento de un 25% de su biomasa total, resultados muy similares a los reportados en el estudio del plancton en la puntilla de Santa Elena.

Luzuriaga (2004), en su estudio de larvas de peces en la Estación Fija diez millas costa afuera reportaron a nivel superficial 300 larvas /100m³, mientras que los huevos de peces fueron más abundantes (26000 huevos/100m³) para el mes de mayo

Mientras en la Bahía de Santa Elena a nivel superficial para este mismo mes, se reporta valores cercanos (20109 huevos/100m³) a los demostrados por Luzuriaga (2004).

Torres *et al.*, 2004 menciona en su trabajo procesos planctónico en el golfo de Guayaquil (Campo Amistad) los cladóceros presentaron las mayores concentraciones a las 17h00 con rango de 13775-62400 ind/100m³, los copépodos evidenciaron valores de 35867 ind/100m³, zoeas de brachiuras a nivel superficial reporta 100 ind/100m³.

En comparación con el presente estudio los cladóceros reportan durante la tarde (17h00) 8539418 huevos/100m³, copépodos 1765418 huevos/100m³ y zoeas de brachiuras con 15246 huevos/100m³, valores superiores en comparación a los reportado por Torres (Op. Cit.).

Conclusiones

Durante el tiempo de estudio se registraron variaciones pronunciadas de las biomasas zooplanctónicas entre las dos épocas estaciónales en la Bahía de Santa Elena (La Libertad).

En la época seca se observó las mayores biomasas zooplanctónicas, principalmente para el mes de agosto, donde los cladóceros (*Penilia avirrostris)* fue la especie dominantes, seguidos de los copépodos representados con cuatro familias *(Calanoides, Ciclopoides, Harpaticoides, Poecilostomatoides y zoeas de brachiuras)*.

En la época lluviosa las biomasas zooplanctónicas evidenciaron menores densidades, principalmente para los meses de marzo y abril.

Dichos valores obtenidos en comparación con la tarde que presentaron valores elevados característicos del comportamiento nictímeral del zooplancton conservaron la misma distribución.

Los cladóceros *(Penilia avirrostris, Evadne tergentina)* aunque se presentaron todo el año, para la época húmeda durante la mañana (08h00) reportaron las mayores densidades que la tarde (17h00), influenciados por la temperatura, mientras para la época seca las densidades poblacionales de este grupo, presentaron para el mes de agosto elevadas biomasas con promedios de temperatura de 22ºC, siendo el óptimo para *Penilia avirrostris*.

Los huevos y larvas de peces presentaron su mayor abundancia hacia la época húmeda donde los huevos de peces tuvieron carácter de dominantes hacia la estación 5 cerca al antiguo ecuatum, presentando las mayores concentraciones para los meses de febrero y mayo en la mañana, mientras por la tarde sus mayores densidades estaban distribuidas homogéneamente para febrero, marzo y abril.

Además para la época seca las densidades de huevos y larvas de peces se presentaron en menor proporción pero conservando valores máximos para octubre de mañana como en la tarde.

Agradecimiento

El autor desea expresar su agradecimiento a los Directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por la ayuda brindada para efectuar la presente investigación. A los Doctores; María Herminia Cornejo y Manuel Cruz Padilla por la revisión y sugerencias vertidas al manuscrito.

Bibliografía

Bonilla, D., 1983. El zooplancton de las Islas Galápagos: Acta Oceanográfica del Pacifico, 2(1):119-146.

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

Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata. Argentina. 5(3): 32-40.

Cajas L., 1982. ¿Qué es el zooplancton? Boletín Informativo del INP Vol. 3 (2) 7p.

Casanova, J. P. 1968. Penilia avirrostris Dana en Mediterraneé occidentale, savaleur d´ indicatriz écologique. Extr. Ann. Fac. Scie. Marseille. 42:95-119.

Gasca, R. & E. Suárez. 1996. Introducción al zooplancton marino. ECOSUR-CONACYT, México 1-771p.

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

Hulsemann, K. 1966. A revision of the genus Lucicutia (Copépoda: Calanoida) with a key to its species. Bull. Mar. Sci. 16:702-747.

Luzuriaga, M. 2004. Larvas de Peces Clupeiformes y Microzooplancton en las estaciones Fijas de "La Libertad" desde Noviembre de 1999 a Julio del 2000: 75-80.

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 Guayaquil, Ecuador.

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.

Marshall, H. 1970. Phytoplancton in tropical surface water between the coast of Ecuador and the Gula of Panamá. J. Wash. Aacad. Sci, 60(1):18-21.

Mújica, A. y V. Ascencio. 1985. Larvas de peces, Eufáusidos y estructura Comunitaria del zooplancton del Estrecho Bransfield (Cruceros Sibex- Inach, 1984) Ser. Cient. INACH. 33: 159-186p.

Mc Ewen, G. F., M.W. Johnson y T. R. Folsom, 1954. A statical analysis of the performance of the Folsom plankton simple splitter, based upon test observations: Arch. Meteor. Geoph. Bioklimat. Ser. A, 7: 502-527.

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.

Tregouboff, G. & M. Rose. 1957. Manual de Plantonologie Mediterraneené. Centro Nacional de la Recherche Scientifique, Paris. Tomo 2. 1-207p.

Torres, G, Calderón, G, Franco, V, Cedeño, E, Calderón, T, Salazar, E 2004. Composición del Plancton en la puntilla de Santa Elena durante Agosto 2002: Acta Oceanográfica del Pacifico, 12(1) 2003-2004:63-73.

Torres, G, Calderón T, Mero, M. Franco, V 2004. Procesos Planctónicos en el Golfo de Guayaquil (Campo Amistad) Julio-Agosto 2001: Acta Oceanográfica del Pacifico, 12(1) 2003-2004: 81-91.

Cruz, M., 2002.- Meiofauna del golfo de Guayaquil, Ecuador (Río Guayas, Canal Cascajal y estero), Obtenida en Abril de 1997: Acta Oceanográfica del Pacifico, 11 (1): 137- 146.

Danulat E, Brandt M, Zárate P, Montesinos M & S Banks 2003. El Turismo en la Reserva Marina de Galápagos. Análisis global y condiciones en sitios de visita marinos seleccionados. Diciembre de 2003. Fundación Charles Darwin y Dirección Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Santa Cruz, Galápagos. 140 pp.

BIOECOLOGÍA DE HUEVOS Y LARVAS DE PECES *CETENGRAULIS MYSTICETUS (CHUHUECO), OPISTHONEMA SP. (PINCHAGUA)* Y ANCHOAS EN LA RESERVA ECOLÓGICA MANGLARES CAYAPAS – MATAJE - ECUADOR*

BIOECOLOGY OF EGGS AND LARVAL STAGES OF *CETENGRAULIS MYSTICETUS (CHUHUECO), OPISTHONEMA SP. (PINCHAGUA) AND ANCHOVIES,* IN THE ECOLOGICAL RESERVE MANGROVE CAYAPAS – MATAJE - ECUADOR*

Por: Maria Luzuriaga Villarreal de Cruz [1,2]
Fedra Solano Ch. [1] Divinson Cevallos [2]

Resumen

El presente trabajo comprende el estudio de huevos y larvas de Cetengraulis mysticetus (chuhueco) Engraulis, Anchoa sp, Anchovia sp. (anchoas) y de Opisthonema sp. (pinchagua) en relación con el micro zooplancton colectado en 22 estaciones situadas en los esteros interiores y áreas costeras de la Reserva Ecológica Cayapas Mataje (REMACAM) – Provincia de Esmeraldas, desde abril del 2000 a diciembre del 2001. Las larvas de engràulidos caracterizaron las bocanas y aguas estuarinas de Santa Rosa, Limones (C. mysticetus y Anchovia sp.) y Olmedo (Anchoa sp.) especialmente de agosto a diciembre. Las larvas de Opisthonema sp. caracterizaron la zona norte frente a Campana en el Río Mataje en junio del 2001 y también en la zona central hacia un lado del Canal Bolívar, San Lorenzo e Isla de los Pájaros en el Río Tambillo, en agosto y diciembre del mismo año. El desove de peces chuhueco y anchoas fue importante en agosto y noviembre del 2001, en los esteros interiores desde la desembocadura del río Mataje, Canal de la Caída hasta San Lorenzo. Procesos costeros asociados a condiciones oceánicas propias del Evento "La Niña" durante el año 2000 y la tendencia a una normalización del ecosistema marino a finales del 2001 estarían relacionadas con una mayor producción microzooplanctonica (quetognatos, copépodos, larvas veliger de moluscos, zoeas de braquiuro) observada en el 2000 y a descensos en la densidad de zooplancteres y mayor puesta de huevos de engráulidos en el 2001. La cantidad de fosfatos, nitratos y clorofila correlacionaron positivamente con alzas en la densidad de huevos y larvas de peces clupeiformes.

Palabras claves: *Micro zooplancton, ictioplancton, desove, huevos, larvas, estuarios, engráulidos, clupeidos.*

Abstract

This paper is about eggs and larval stages of Cetengraulis mysticetus (chuhueco), Engraulis, Anchoa sp, Anchovia sp. (anchovies) and Opisthonema sp. (pinchagua) research, and their relation with the micro zooplankton distribution collected in 22 stations located in the inner channels and coastal waters of Ecological Reserve Cayapas Mataje (REMACAM) – Province of Esmeraldas, from April 2000 to December 2001. These fish larvae characterized the coastal and estuarine waters of Santa Rosa, Limones (C. mysticetus and Anchovia sp) and Olmedo (Anchoa sp.) especially from August to December. Opisthonema sp. fish larvae characterized the northern zone of the REMACAM, in front of Campana town in the Mataje River on June 2001 and also in the central zone towards on a side of the Bolivar Channel, San Lorenzo and Isla de los Pájaros in Tambillo River on August and December 2001. The spawn of chuhueco fish and anchovies found on August and November 2001 increased in the inner channel of the north and central zone, from the mouth of the Mataje River, Canal de la Caida to San Lorenzo. Associated coastal processes to own oceanic conditions of "La Niña" Event, during year 2000 and the tendency to a normalization of the marine ecosystem at the end of the 2001, they would be related to a greater micro zooplankton production (chaetognatha, copepoda, veliger larvae of mollusks, zoea of brachyuran) observed in the year 2000 and to reductions in the density of zooplankters and greater spawn of engraulids in the year 2001. The amount of phosphates nitrates and chlorophyll correlated positively with rises in the density of clupeiformes eggs and fish larvae

Key words: *Micro zooplankton, ichthyoplankton, spawns, eggs, larvae, estuaries, engraulids, clupeids*

[1] Instituto Nacional de Pesca
[2] Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencia Naturales
[*] Trabajo presentado en la Primera Jornada de Investigacion Marina en el siglo XXI. Realizado por el INOCAR 16 julio del 2007

Introducción

La Reserva Ecológica Manglares Cayapas–Mataje (REMACAM) es una región muy rica en flora y fauna. La diversidad y abundancia de algas fitoplanctónicas y de zooplancton en los esteros está sustentada en la elevada productividad primaria y secundaria de sus aguas, optimizando las condiciones bióticas necesarias para la vida de larvas de peces, crustáceos y moluscos.

Los recursos chuhueco y anchoa constituyen recursos importantes para la economía de los pescadores ecuatorianos; el chuhueco es utilizado para la fabricación de harina de pescado. Según Zapata (1992) esta especie es de vida corta, un desovador total y constituye cardúmenes de igual talla; por el número de branquispinas y análisis estomacales, es un filtrador por excelencia, constituyendo el plancton su principal alimento. Larvas de *C. mysticetus* fueron las mas numerosas encontradas entre las larvas de peces clupeiformes analizadas en el Pacífico Colombiano a bordo de cruceros realizados en 1991 por Beltrán (1992).

Las condiciones microzooplanctónicas de los manglares de la zona norte de Esmeraldas fueron analizadas entre 1978 y 1980 mediante monitoreos bimensuales (Luzuriaga 1993). Los resultados de este monitoreo dieron a conocer las variaciones de biomasa de zooplancton en función de la marea, temperatura y salinidad en diferentes sitios de la actual REMACAM. Un muestreo actualizado de estos lugares es imprescindible con fines de comparación y para reforzar el conocimiento que respalde la línea base en la que se sustentan objetivos y planes de manejo de la Reserva, ya presentados en 1999 (INEFAN/GEF 1999).

La presente investigación es parte del Convenio de Cooperación Técnica entre el fondo Ecuatoriano Populorum Pregressio (FEPP) y el Instituto Nacional de Pesca (INP) y tiene como fin principal el estudio de huevos y larvas de chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*), anchoas (*Anchoa sp., Anchovia sp. y Engraulis*) y pinchagua (*Opisthonema sp.*) en relación con abundancia y distribución de la microfauna zooplanctónica presente en los esteros durante el período comprendido entre abril del 2000 y diciembre del 2001.

Área de Estudio

La Reserva Ecológica Cayapas Mataje está ubicada en la zona norte de la Provincia de Esmeraldas, entre la desembocadura del Río Mataje en el límite con Colombia y desembocadura del Río Santiago al sur.

El área presenta una densa vegetación, donde predomina la especie de mangle *Pelliciera rhizophorae*, y según Cintrón *et al* (1976), esta vegetación es parte del sistema de manglares que se forma en la parte sur de Cabo Corrientes en Colombia. El área de manglares de Esmeraldas está sujeta a la influencia de las aguas cálidas de la Bahía de Panamá, presentando valores promedio de temperatura y salinidad de 27 a 28°C y 31°/oo durante el primer semestre del año y de 25.5°C y 26.5°C a 32.6 °/oo en el segundo semestre (Stevenson *et al.*, 1970, Enfiel D. 1975). Durante los años 2000 y 2001, aguas superficiales costeras frente a la Provincia de Esmeraldas estuvieron sometidas a la influencia de aguas propias del Evento La Niña. El avance de aguas frías de Humboltd se mantuvo fuerte a lo largo de la Costa hasta Octubre - Noviembre del 2001 cuando se observó tendencia a una normalización de las condiciones oceánicas (CPPS, 2001). Las estaciones y lugares de muestreo (Fig. 1, Tabla 1) están localizadas en las bocanas de los esteros más e xteriores de los manglares y en el interior de los esteros:

Material y Metodos

Los muestreos de zooplancton e ictioplancton fueron realizados mensualmente entre abril del 2000 y diciembre del 2001. A partir de junio del 2001, se tomaron muestras en los meses de junio, agosto, noviembre y diciembre. Las colectas de ictioplancton fueron superficiales y se las hizo utilizando una red cónica simple 40 cm. de diámetro de boca y 300 micras de abertura de poro de malla. Los muestreos de Microzooplancton fueron superficiales y verticales y se las hizo utilizando una red cónica simple de 32 cm. de boca y de 150 micras de abertura de poro de malla. Las estaciones realizadas están señaladas en la figura 1, tabla 1.

ESTACIONES COSTERAS			
Est.	**Latitud (N)**	**Longitud (O)**	**Ubicación**
1	1° 26' 55''	78° 51' 33''	Río Mataje "Frente a Palma Real
6	1° 22' 72''	78° 53' 93''	Bocana de Canal Bolivar *
7	1° 21' 26''	78° 53' 27''	Canal Bolívar "La Punta"
19	1° 19' 30"	78° 56' 25"	Santa Rosa "frente a la comunidad"
20	1° 20' 24"	78° 55' 55"	Bocana de Santa Rosa
14	1° 16' 24''	78° 59' 56''	Bocana de Limones
12	1° 15' 33''	78° 59' 50''	Bocana de Limones frente a Cachimalero *
18	1° 13' 15"	79° 02' 59"	Olmedo "puente"
ESTEROS INTERIORES			
2	1° 25' 19"	78° 49' 012"	Río Mataje (Pichangal)
3	1° 24' 27''	78° 47' 18''	Río Mataje "Frente a Campana"
4	1° 24' 50''	78° 50' 21''	Canal la Caída "Frente a Caserío"
5	1° 22' 07''	78° 50' 17''	Estero El Viento "El Viento"
8	1° 21' 26''	78° 53' 27''	Canal Bolívar "Faro, un lado del Canal"
9	1° 17' 40''	78° 50' 15''	San Lorenzo "punta del muelle"
10	1° 15' 29''	78° 53' 35''	Río Tambillo frente a Tambillo"
11	1° 13' 30''	78° 55' 31''	Río Najurungo "entrada al porvenir"
15	1° 14' 58''	78° 58' 22''	Limones (La Punta vía San Lorenzo)
21	1° 11' 75"	78° 00' 41"	La Tolita, Pampa de Oro (entrada) *
23	1° 07' 42"	78° 59' 07"	Pasada de Palma *
24	1° 08' 22"	78° 58' 40"	Palma (frente a la Comunidad) *
25	1° 08' 94"	78° 57' 20"	La Pampa (frente a la Comunidad) *
26	1° 10' 02"	78° 57' 10"	Los Atajos (Dos Bocas) *

Estaciones muestreadas en junio, agosto, noviembre y diciembre del 2001

Tabla 1. Localidad de las estaciones biológicas en la REMACAM

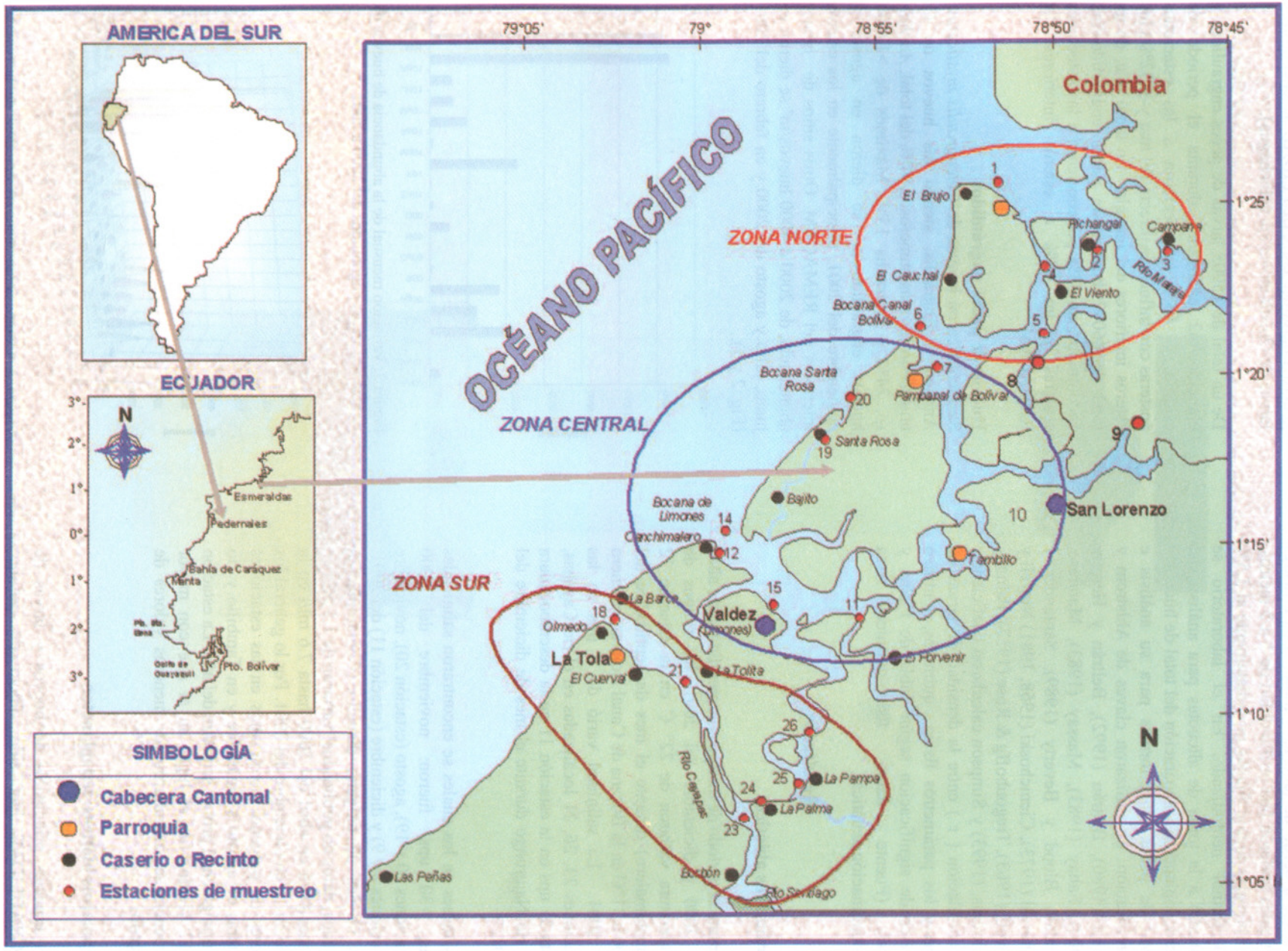


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo de ictioplancton y microzooplancton, Reserva Ecológica Manglares Cayapa- Mataje-Ecuador

La duración de los arrastres superficiales fue de 5 minutos, a bordo de lanchas a motor. Los arrastres verticales tuvieron una profundidad de 1 a 2 metros. Las muestras fueron fijadas inmediatamente al 3.5% con formol neutralizado. En el laboratorio se procedió a la toma de alícuotas para análisis del microzooplancton y separación del total de huevos y larvas de peces clupeiformes para su análisis e identificación. Se utilizaron claves de Ahlstrom y Moser (1980), Beltrán (1992), Beltrán y Herrera (2000), Fahay (1983), Massay (1983), Matarese, Kendall, Blood y Beverty (1989), Santander y Sandoval (1973), Ciemchoski (1968, 1981) Newell y Newell (1963), Tregouboffg & Rose (1957), Palma y Contreras, (1993) y Simpson calcularon coeficientes de correlación (r) entre la densidad de larvas de peces y los parámetros físico – químicos, se utilizó niveles de significación según Tabla de Fisher y Yates. (Fuente datos físico-químicos: Área Contaminación acuática).

Resultados

Parámetros abióticos

Durante el período de tiempo comprendido entre abril del 2000 y diciembre del 2001, los rangos de temperatura variaron de 22° C en la estación 12 (Canchimalero) durante el mes de septiembre del 2000 a 31°C en la Bocana de Canal Bolívar, en enero del 2001. La salinidad varió de 0 ups en las estaciones 23, 26, 21 localizadas en el río Cayapas, hasta 35 ups en la estación 11 en la desembocadura del río Najurungo durante el mes de diciembre del 2001.

Los meses en los cuales se encontraron salinidades altas, >30 ups, fueron: noviembre del 2000 (estaciones 20 y 19), agosto (estación 20), noviembre (estaciones 2 y 9) y diciembre (estación 11) del 2001. Los niveles de oxígeno disuelto (Contaminación acuática, datos no publicados) variaron de 1.5 ml/l en la estación 5 en abril del 2000 hasta 7.6 ml/l en la estación 18 en diciembre del 2001. Por lo general los valores de oxígeno fueron altos en las estaciones costeras de agosto a diciembre y en Tambillo y río Najurungo en el primer semestre del año. La estación 5 (El Viento) fue el lugar en el que con mayor frecuencia se encontraron los menores valores de oxigeno.

Parámetros bióticos: ictioplancton

Tres especies principales de huevos y larvas de ENGRAULIDAE han sido objeto de estudio: *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), *Anchoa sp*, *Anchovia sp.*(anchoas) y huevos pertenecientes al género Engraulis. De CLUPEIDAE se encontraron larvas de *Opisthonema sp.* (pinchagua).

De un total de 15905 larvas de peces engraulidos y clupeidos/m2 analizadas durante el periodo de estudio, el 68% pertenecieron a las estaciones costeras con influencia directa del mar y el 32% a los esteros interiores del manglar. En tanto que, de un total de 46097 huevos de peces engràulidos/m2 encontrados, un 33% pertenecieron a las estaciones costeras y un 67% a esteros interiores del REMACAM.

Huevos de peces engráulidos

Se identificaron huevos de *Cetengraulis mysticetus*, Anchoa y Engraulis, siendo los huevos de *C. mysticetus* los más numerosos, 40% del total, *Anchoa sp.* 24% y Engraulis 13%. Máximos de >12000 huevos engráulidos/m² se dieron en agosto y noviembre del 2001, principalmente en los esteros interiores del REMACAM. Otros sitios de menor abundancia, de 2000 a 4000 huevos/m² se dieron en junio, julio y agosto del 2000 y en febrero del 2001 (Fig. 2 y 3).

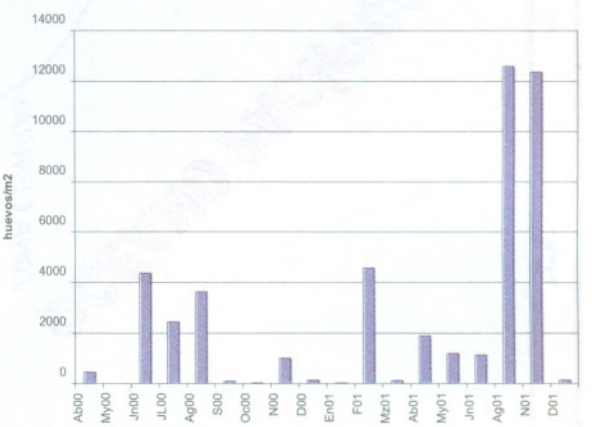


Figura 2. Variación mensual de la abundancia de huevos de peces engràulidos del 2000 a 2001

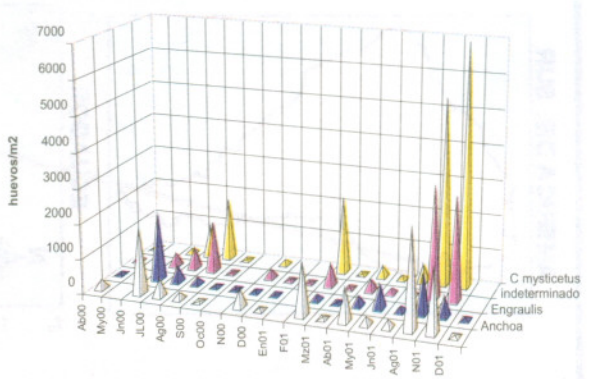


Figura 3. Composición mensual del total de huevos de peces en la REMACAM 2000 – 2001

Concentraciones altas de huevos de engráulidos se localizaron especialmente desde el Canal La Caída (Est. 4) hasta San Lorenzo (Est. 9). También en Bocana de Limones (Est. 14) y Frente a Palma Real (Est. 1). No se encontraron huevos de Opisthonema (Fig. 4).

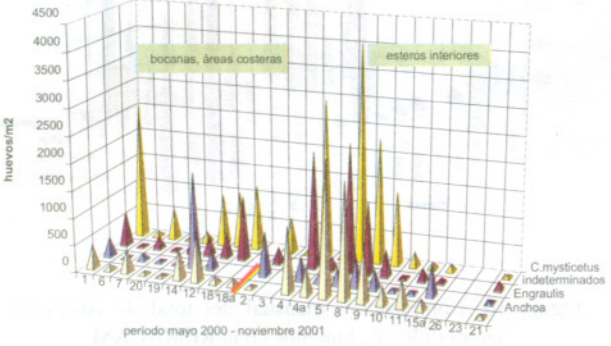


Figura 4. Abundancia de total de huevos de peces en cada estación – mayo 2000 a diciembre 2001

***Cetengraulis mysticetus* (chuhueco).-** Huevos de *C. mysticetus*, un total de 18488 huevos/ m², se encontraron en mayor proporción en la desembocadura y esteros interiores de la bocana del río Mataje, con el 14, 16 y 22% en las estaciones 1, 4 y 5, respectivamente (Fig. 4). Los meses en los que se observaron estas concentraciones fueron en los meses de febrero, agosto y noviembre del 2001, respectivamente (Fig.3).

La distribución detallada de huevos de chuhueco consta en la Figura 5, en la cual se observa un desove continuo en esteros interiores de la zona norte y central del área de estudio (Fig. 1), entre agosto y noviembre del 2001, con un máximo de 3032 huevos / m² en El Viento (Est. 5).

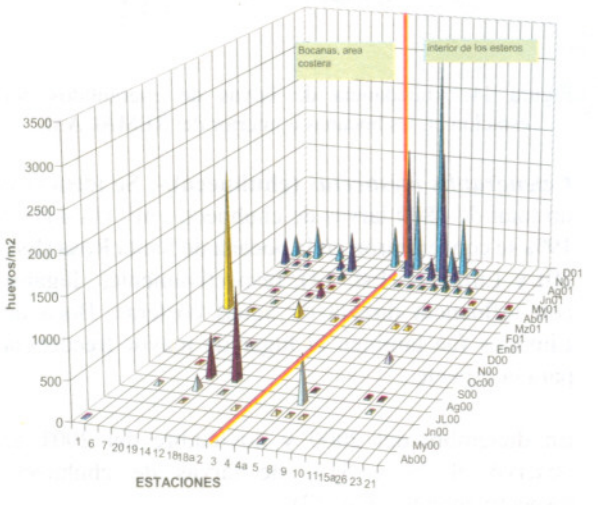


Figura 5. Huevos de *C. mysticetus* en aguas costeras y esteros interiores de la REMACAM

Anchoa (anchoa)- De un total de 11172 huevos de anchoa/ m², el 22 y 19% se encontraron en esteros interiores principalmente en las estaciones 5 y 8, respectivamente. Los meses en los cuales se observó mayor abundancia correspondieron a junio del 2000 (17%), febrero (14%), agosto (25%) y noviembre del 2001 (17%). En estos últimos meses, se observaron concentraciones, entre 100 y 700 huevos/m² de huevos de anchoa en forma continua (Fig. 6), principalmente en los esteros interiores, desde la estación 4 hasta la 11.

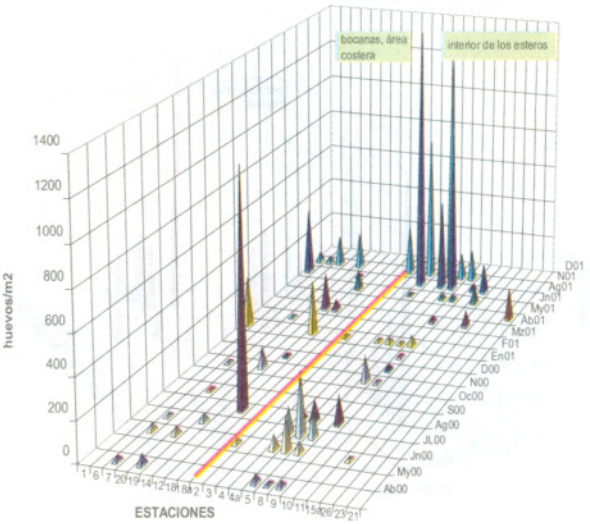


Figura 6. Huevos de Anchoa en manglares del REMACAM

Engraulis (anchoas).- Huevos de Engraulis, 5967 huevos /m², se identificaron en aguas costeras (Fig. 7), en la estación 14 (Bocana de Limones) en un 30% y la estación 2 (Pichangal) en un 14%. Los mas altos valores se dieron en junio 2000 (1900 huevos/m2) y agosto 2001 (1150 h/m²).

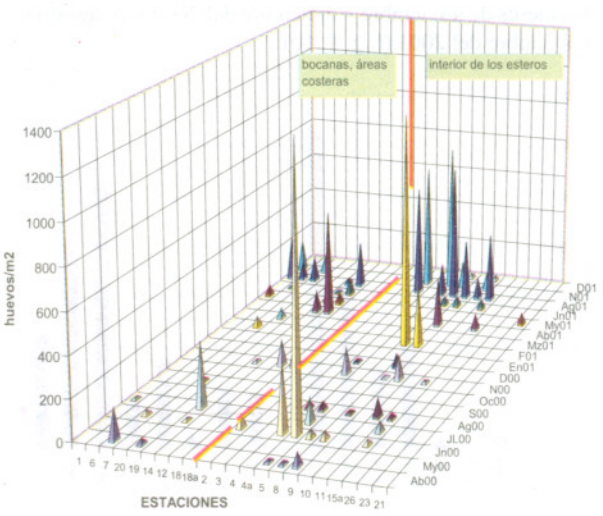


Figura 7. Huevos de Engraulis en manglares de la REMACAM.

Huevos de Engraulis tipo b correspondieron a un 90% de los clasificados como indeterminados en la Figura 8. La mayor abundancia fue hallada en las estaciones 4 y 8 situadas en los esteros interiores de la desembocadura del río Mataje. Los meses de agosto y noviembre del 2001 fueron las épocas en los cuales se encontraron alrededor de 1200 huevos/m2 también en agosto del 2000 en la estación 18. El rango de medidas de estos huevos correspondieron a las reportadas por Santander y Sandoval (1973) para Engraulis ringens, pero debido a la posición geográfica de la actual área de estudio se los clasificó como indeterminados.

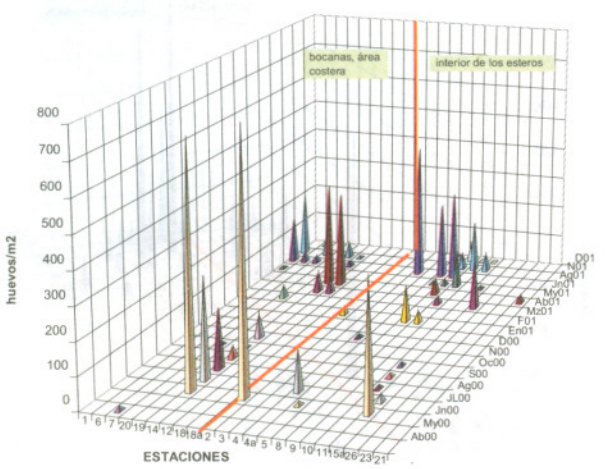


Figura 8. Huevos de otros engràulidos en manglares de la REMACAM

Larvas de Peces

Predominaron las larvas de *Cetengraulis mysticetus* (chuhueco), Anchoa sp., Anchovia sp. con un 33, 31,12%, respectivamente. Opisthonema sp. representó el 19% del total de larvas clupeiformes. La mayor parte se encontró en los meses de noviembre y diciembre del 2000 y en agosto y noviembre del 2001 (Fig. 9, 10).

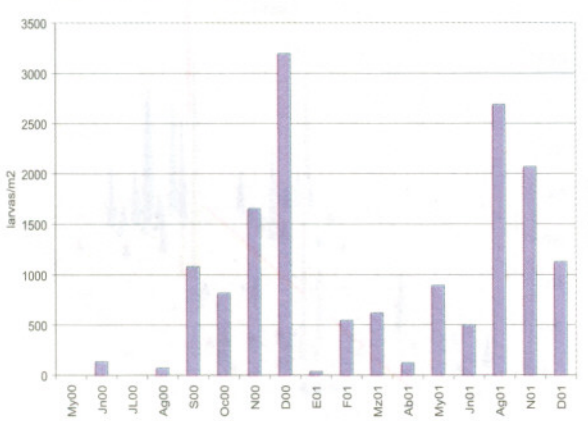


Figura 9. Variación mensual de la abundancia de larvas de engràulidos y clupeidos

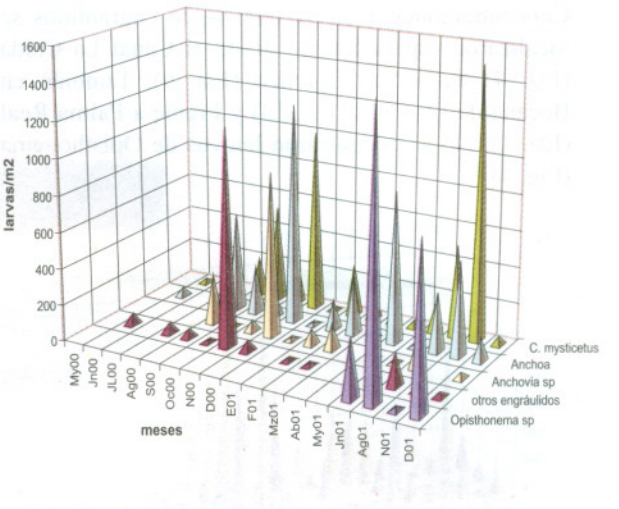


Figura 10. Composición mensual del total de larvas de engraulidos y clupeidos en la REMACAM

Concentraciones de 500 a >2000 larvas engráulidos se observaron en áreas costeras y bocanas de los esteros (Fig. 11), desde Santa Rosa, Limones hasta Olmedo.

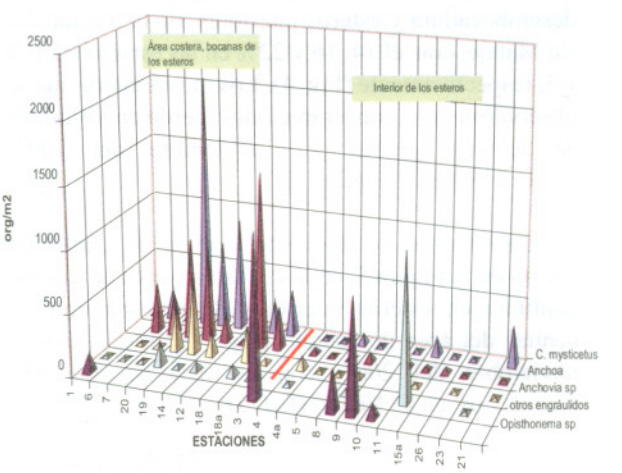


Figura 11. Abundancia de larvas de engraulidos por estación en las bocanas e interior del REMACAM

***Cetengraulis mysticetus* (chuhueco).-** Se identificó un total de 4800 larvas de chuhueco / m². Un 43% y 19% se concentraron en la bocana de Santa Rosa (Est. 20) y Limones (Est. 14), respectivamente, lugares con influencia directa de aguas costeras, Boca de Limones fue también el lugar de mayor frecuencia para la especie.

En diciembre del 2000 y noviembre del 2001 se observó el 21 y 31% de larvas de chuhueco, respectivamente, (Fig. 12).

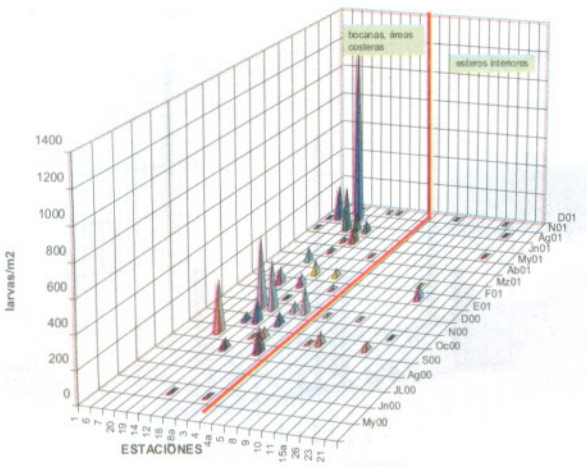


Figura 12. Larvas de C. mysticetus en aguas superficiales del REMACAM

Anchoa sp. .- Un total de 4577 larvas de anchoa/ m², se encontraron en mayor número (Fig. 13) en las estaciones costeras 20, 19 y 18 con 18, 17 y 31%, respectivamente.

Los meses en los que se encontró importante porcentaje de estas larvas fueron: diciembre del 2000 (27%) y mayo del 2001 (18%). También septiembre el 2000 (12%) y noviembre del 2001 (11%). La población de Olmedo (Est. 18) presentó el máximo valor de 770 larvas/ m² en mayo 2001.

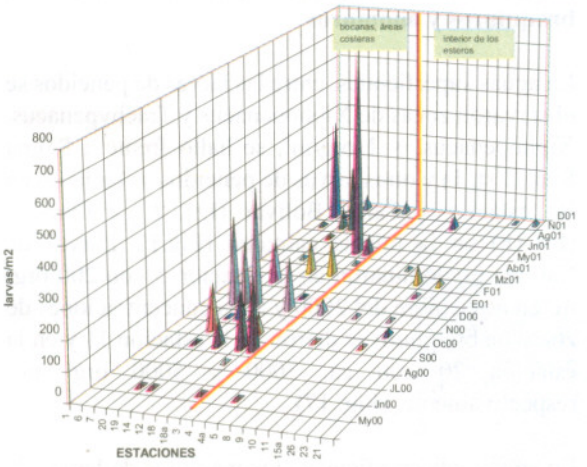


Figura 13. Larvas de Anchoa sp. en aguas superficiales del REMACAM

Anchovia sp. .- De un total de 1716 larvas / m², un 53% se encontraron en diciembre del 2000, con un valor máximo de 535 larvas/m2 en el área costera de Santa Rosa (Fig. 14). La distribución espacial de las larvas de Anchovia presentó mayores porcentajes frente a la comunidad de Sta. Rosa (Est. 19), bocana de Sta. Rosa y Olmedo con el 36, 21 y 16%, respectivamente.

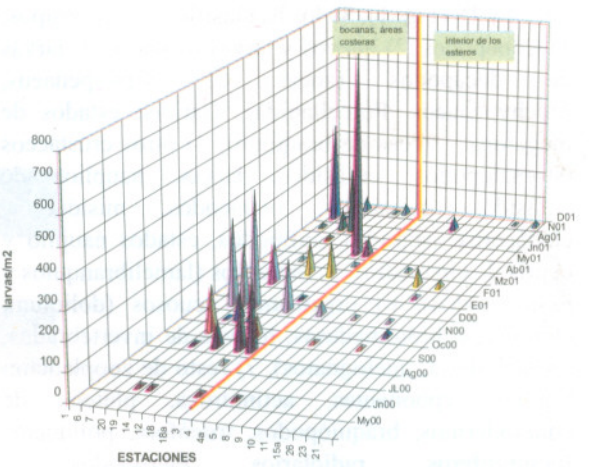


Figura 14. Larvas de Anchovia sp en los manglares de Esmeraldas 2000 – 2001

Otras larvas de engráulidos (Fig. 15) no pudieron ser identificadas por estar en estado de prelarvas. La mayor cantidad, 1082 org./ m2, se halló en el Río Najurungo (Est. 11) en Noviembre del 2000 y en la bocana de Santa Rosa (Est. 20) 143 larvas/ m2 en el mes de Noviembre del 2001.

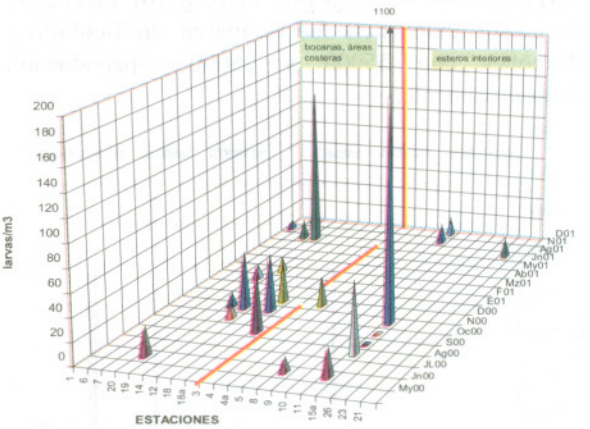


Figura 15. Larvas de otros engraulidos en los manglares de Esmeraldas 2000 – 2001

Larvas de peces de *Opisthonema sp.* (CLUPEIDAE), un total de 2770 larvas/ m², fueron encontradas en estado de prelarvas a partir del mes de Junio del 2001 hasta Diciembre del 2001, en mayor número en las estaciones 3 y 9 con 1281 y 899 larvas/ m², respectivamente, durante los meses de Agosto del 2001 y Diciembre del 2001. La distribución en el tiempo y espacio de estas larvas consta en las figuras 10 y 11.

Fauna Microzooplanctónica

Estos organismos fueron colectados en estaciones localizadas en el interior de los esteros, estaciones 3, 5, 8, 10, 11, 21, 23 y 26 y en aguas costeras 1, 6, 7,

20, 14 y 18 (Fig. 1). Se los ha clasificado en 7 grupos: 1) Copépodos, 2) huevos y larvas de peces, 3) larvas de decápodos (zoeas de Xiphopenaeus, Trachypenaeus, Porcellanidae, Carideo estados de megalopa y zoeas de braquiuro) 4) otros crustáceos (stomatopodos, eufásidos, larvas, nauplios de eufásidos, cumáceos, ostrácodos, misidáceos, cladóceros, isópodos, anfípodos, estados nauplio y cypris de cirripedio), 5) moluscos (lamelibranquios y gasterópodos), 6) organismos acuosos (doliolum, ctenóforos, hidromedusas, huevos de invertebrados, apendicularia, quetognatos), 7) resto de zooplancton (larvas cyphonautes, actinotroca, pluteus de equinodermos, braquiópodos, trocófora, poliquetos foraminíferos, radiolarios, pterópodos y heteropodos).

Picos de abundancia de larvas de cangrejo, moluscos, camarones y otros crustáceos se observaron en aguas superficiales, principalmente en octubre y noviembre. El máximo de biomasa microzooplanctónica se observó en noviembre del 2000 en manglares del Río Tambillo (Est. 10), con 450 000 copépodos/m³, en desembocadura del Río Najurungo (Est. 11) y en Bocana de Limones (Est. 14), con 350 000 copépodos /m³ (Fig. 16). En el 2001 la mayor abundancia fue en marzo, en Tambillo y Limones con 55000 y 25000 copépodos/m³, respectivamente.

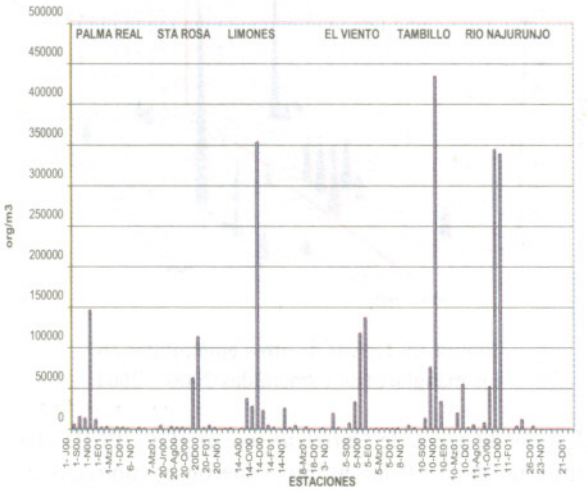


Figura 16. Copépodos en bocana - áreas costeras y esteros interiores del REMACAM

Las larvas de moluscos, nauplios de cirripedio, poliquetos y larvas trocófora fueron, a más de los copépodos, predominantes en el Estero El Viento (Est. 5) durante el mes de noviembre del 2000, mientras que los organismos "acuosos" como quetognatos (Fig 17) y larvas de decápodos se encontraron en mayor número en la bocana de Limones (Est. 14) y en salida de Río Najurungo (Est. 11),

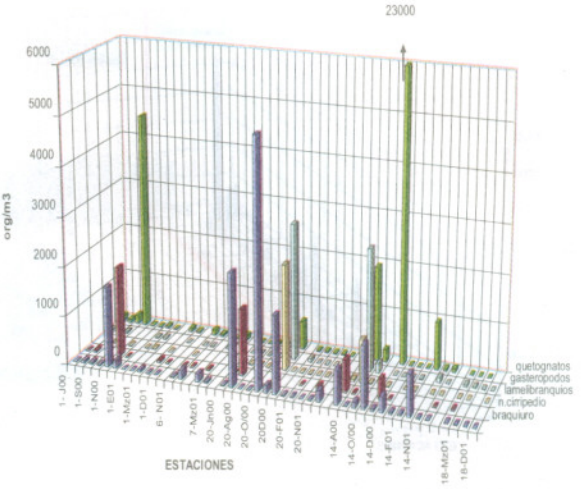


Figura 17. Composición del micro zooplancton en bocanas y áreas costeras – aguas superficiales

Larvas de peces de *Opisthonema sp.* (CLUPEIDAE), un total de 2770 larvas/ m², fueron encontradas en estado de prelarvas a partir del mes de Junio del 2001 hasta Diciembre del 2001, en mayor número en las estaciones 3 y 9 con 1281 y 899 larvas/ m², respectivamente, durante los meses de Agosto del 2001 y Diciembre del 2001. La distribución en el tiempo y espacio de estas larvas consta en las figuras 10 y 11.

Larvas de decápodos peneidos, carideos, braquiuros y anomuros

En aguas superficiales, entre las larvas de peneidos se observaron zoeas de Xiphopenaeus y Trachypenaeus. Xiphopenaeus, < 1 org/m³, se halló frente a Palma Real (Est. 1) y otras larvas de peneidos se hallaron en las estaciones Canal Bolívar (Est. 6) y Olmedo (Est.18) en la misma cantidad (Fig.1). Larvas de Caridea predominaron en la estación 5 con 200 org/ m³ en noviembre del 2000 y altas concentraciones de zoeas de braquiuro se dieron en la estación 11 y en la estación 20 con ca. 7000 y 5000 org/ m³, respectivamente, (Fig. 17).

En aguas subsuperficiales, los máximos de larvas de braquiuro, > 25 000 org/m³, y carideos, 1600 org/m3 se observaron en el mes de noviembre, en las estaciones 5, 10 y 11. Los estados de zoea y megalopa de braquiuros, peneidos (Xiphopenaeus, Trachypenaeus) y de anomuros (Porcellanidae) se encontraron en mayor número en arrastres verticales que en los superficiales.

Otros crustáceos

Dentro de "otros crustáceos" se ha agrupado, a los estomatópodos, larvas de eufásidos, cumáceos, ostrácodos, misidáceos, cladóceros, isópodos,

anfípodos, cypris de cirripedio y nauplio de cirripedio. En aguas superficiales, el 94 % correspondió a nauplios de cirripedio, que predominaron en boca del Río Najurunjo con 80000 org/m³ y en El Viento con 24000 org/m³ en el mes de noviembre del 2000.

En aguas subsuperficiales los nauplios de cirripedio también fueron predominantes en los esteros interiores del REMACAM, en El Viento, Tambillo y bocana del Río Najurunjo, con 43000, 25000 y 80000 org/m³ durante el mes de noviembre del 2000. Los estados cypris de cirripedio fueron frecuentes en las áreas de estudio pero en menor número que los nauplios, con máximos en las estaciones costeras Sta Rosa y Olmedo con 1700 y 1400 org/ m³, respectivamente, durante los meses de octubre y septiembre. Los eufásidos juveniles y en estado de furcilia y nauplio se distribuyeron en forma aislada pero en mayor número que en aguas superficiales, >800 org/m3 (Limones).

Moluscos

En aguas superficiales se destacan los bivalvos y gasterópodos, estos últimos mas numerosos en Estero El Viento, 12000 org/ m³, Bocana de Sta. Rosa y en Bocana de Limones entre 2500 a 3000 org/m³ (Fig. 17). Los bivalvos en cambio se concentraron en boca del Río Najurungo con 2630 org/m³. La distribución de los moluscos observa los picos máximos en el mes de noviembre del 2000 a excepción de Limones (2500 org/m3) y Tambillo (1000 org/m3) que fue en agosto y octubre de 2000, respectivamente. En el 2001, la mayor cantidad, 200 org/m3 se dio en marzo.

En aguas subsuperficiales hubo la misma tendencia en la distribución de los moluscos. Altas concentraciones de gasterópodos en los esteros interiores, El Viento, Tambillo y Río Najurunjo, con 12400, 6700 y 7400 org/ m³, respectivamente, principalmente en el mes de noviembre del 2000. Los bivalvos registraron valores superiores a 2200 org/ m³ en las estaciones costeras de Sta. Rosa y Limones, en octubre del 2000.

Organismos "acuosos"

Entre estos organismos se agruparon a doliolum, ctenóforo, hidromedusas, apendicularia, huevo de invertebrados y quetognatos. Los más abundantes en aguas superficiales fueron los quetognatos. El máximo de quetognatos ocurrió en Limones con 23000 org/ m³ en noviembre del 2000 y en El Viento con 13000 org/m³ en octubre del 2000. Los otros grupos acuosos se distribuyeron en forma aislada e irregular entre 1 y 70 org/ m³, principalmente en la bocana de Limones en noviembre del 2000.

La mas alta cifra de apendicularia fue en diciembre del 2000, con 111 org/ m³ en Campana.

En aguas subsuperficiales los quetognatos fueron frecuentes y mas numerosos en El Viento, Limones y Río Najurunjo, con >18000 y 13000 org/m³. También hidromedusas fueron frecuentes y tuvieron una representación importante dentro de los organismos acuosos con picos de 600 a 1300 org/m³ en Palma Real Sta. Rosa, Limones y Tambillo y presentando >5000 org/ m³ en la boca del Río Najurunjo en noviembre del 2000.

Zooplancton restante

Dentro de este tenemos larvas de briozoos, larva actinotroca, larvas de equinodermos, de braquiópodos, pterópodos, heterópodos, radiolarios, foraminíferos, larvas trocófora y poliquetos. Fueron escasos siendo los poliquetos los más frecuentes. En aguas superficiales los poliquetos y trocófora de poliquetos presentaron picos de abundancia en El Viento y Sta. Rosa en noviembre del 2000, con un promedio de 680 larvas/ m³. En este último lugar también se hallaron ca. 700 org/ m³ en octubre del 2000. En aguas subsuperficiales los poliquetos fueron abundantes, hasta un máximo de 4350 org/ m³ en Palma Real (Mataje), también en El Viento, Tambillo y boca del Río Najurunjo, entre 1000 y 1500 org/m³ durante el mes de octubre del 2000. Larvas trocófora fueron también frecuentes con un máximo de 777 org/ m³ en octubre del 2000. Larvas de equinodermos se presentaron en forma aislada y en cantidades menores a 25 org/m³, pero es interesante reportar 178 y 249 larvas de equinodermos/ m³ en las estaciones interiores de Tambillo y Najurunjo, en noviembre del 2000, dado las condiciones oceánicas de hábitat de estas larvas.

Huevos y larvas de peces

Entre el zooplancton colectado con malla de 150 micras en aguas superficiales, se encontraron 1700 y 1066 huevos de peces/ m³ en aguas superficiales y subsuperficiales, respectivamente, en la Bocana de Sta. Rosa, durante el mes de octubre del 2000. En aguas subsuperficiales las larvas de peces llegaron a 1244 org/ m³ en salida del Río Najurunjo en noviembre del 2000 y >21000 larvas/ m³ en Tambillo en febrero del 2001.

En general, la distribución y abundancia de los diferentes grupos microzooplanctónicos encontrados en aguas superficiales de la REMACAM, muestra picos de abundancia en los meses de octubre y noviembre del 2000 para casi todos los grupos en Palma Real, El Viento, Najurunjo, Sta. Rosa y Limones, principalmente. Siendo "otros crustáceos"

con su componente nauplios de cirripedio y zoeas de braquiuro los mas abundantes en el interior de los manglares y los "organismos acuosos", con su componente quetognatos, los mas abundantes en la estaciones mas costeras de la Reserva Ecológica de Esmeraldas.

Macrozooplancton

Organismos macrozooplanctónicos, colectados con malla de 300 micras en aguas superficiales, fueron analizados durante los meses de abril, mayo, junio y agosto del 2001 (Tabla 2).

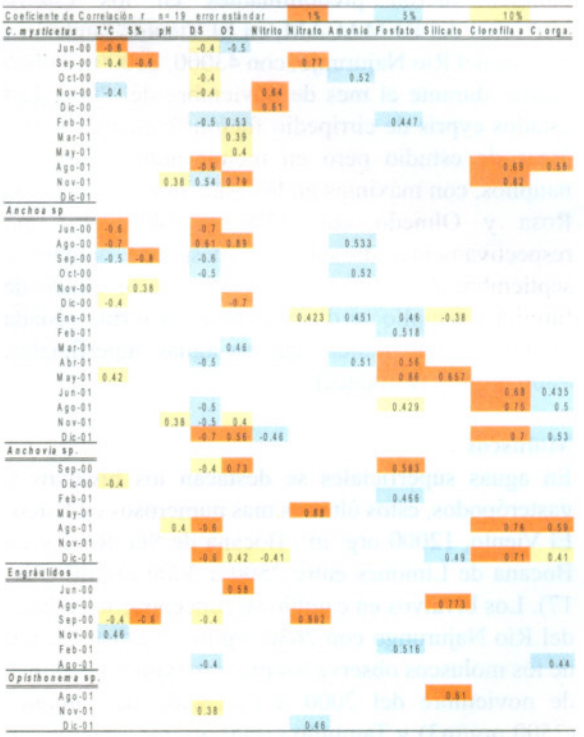
Estación	1	6	7	20	14	18	12	15a	3	5	8	9	10	11	26	23	21
Abril	x		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x			
Mayo	x		x	x	x	x	x	x		x		x	x	x			
Junio	x	x		x	x				x	x	x		x		x	x	x
Agosto	x	x		x	x				x	x	x		x		x	x	x

Tabla 2. Estaciones de macrozooplancton realizadas durante el año 2001

Las concentraciones fueron mayores en los esteros interiores del REMACAM especialmente en el río Tambillo durante el mes de junio con 1670 org/m³. También fueron notorias las concentraciones observadas en San Lorenzo, Estero El Viento con 1300 y 1100 org/ m³, en los meses de abril y mayo, respectivamente. Frente a Pampanal de Bolívar se encontraron 1072 org/m³ en el mes de mayo. Los copépodos fueron los organismos determinantes de la biomasa zooplanctónica, igual que en el Microzooplancton; zoeas de braquiuro y quetognatos se hallaron especialmente en agosto en la bocana de Limones con 320 org/ m³, también se presentaron nauplios de cirrípedo, carideo, huevos y larva de peces, larvas de peneidos género Trachypenaeus, anfípodos, poliquetos, ctenóforos, gasterópodos, cladóceros. Las zoeas de Trachypenaeus fueron las que presentaron el mayor pico de abundancia, 60 org/ m³ en la Boca de Limones.

Correlaciones

Con el objetivo de lograr una mejor comprensión acerca del comportamiento del ictioplancton, se realizaron análisis estadísticos entre el total de cada una de las especies de *Cetengraulis mysticetus, Anchoa sp, Anchovia sp y Opisthonema sp* con parámetros abióticos obtenidos en el área (Tabla 3). Se obtuvo índices de correlación significativos en un 95% para los fosfatos en el mes de febrero del 2001 en relación a las larvas de engráulidos, r = >0.447, de igual manera con larvas de anchoa y anchovia en abril y mayo del 2001 y septiembre de 2000 (r = 0,56 a 0,86). Larvas de chuhueco y anchoas presentaron alta correlación positiva (entre r= 0.68 y 0.82) con los valores de clorofila de junio a diciembre del 2001. La influencia de temperatura, salinidad en la distribución de chuhueco y anchoa se evidencia en los valores de correlación obtenidos en el 2000 (r= -0.4 a -0.8), igual la transparencia de las aguas (DS) que para los engráulidos fue siempre inversamente proporcional a la cantidad de larvas (r = -0.4 a -0.7), excepto para *Opisthonema sp* en noviembre del 2001 cuando presentó un coeficiente de correlación positivo (r= 0.4).



(***)= Fuente de datos físico-químicos: Área de Contaminación Acuática

Tabla 3. Correlación entre larvas de peces y parámetros físico-químicos (***)

Relaciones bióticas del ictioplancton: Microzooplancton y huevos y larvas de peces

Existen diferencias en la composición del ictioplancton en áreas costeras y en los esteros interiores del REMACAM, durante el 2000 al 2001. Los huevos de peces, aunque mas abundantes en los esteros interiores, presentaron un porcentaje similar al de aguas costeras, con 39% y 43% de *C. mysticetus*, respectivamente. El número de huevos de Anchoa si fue superior en aguas interiores, mientras que los de Engraulis (*Engraulis a* mas *Engraulis b* clasificados como indeterminados) fueron mayores en estaciones costeras.

En cuanto a larvas, si hubo acentuadas diferencias en porcentaje y composición en estaciones costeras y estuarios interiores (Fig.18 a). Así, casi el total de larvas de *Opisthonema sp* (Clupeidae) se presentaron en esteros interiores, representando el 52% del total

de larvas clupeiformes identificadas en estos lugares. Las larvas de las otras especies de engráulidos mencionadas anteriormente, representaron el 48% restante en el interior del manglar y casi el 100 % del total de larvas en las estaciones costeras, con mayor número de larvas de chuhueco y Anchoa.

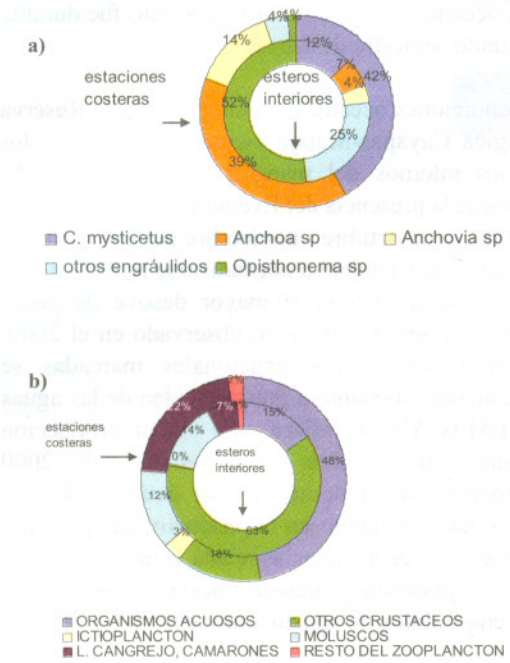


Figura 18 a,b. Relación porcentual de larvas de peces (a) y microzooplancton (b) en aguas superficiales

Estas observaciones se dan en condiciones bióticas caracterizadas también por elevados porcentajes (40 y 60%) de nauplios de cirripedio en aguas interiores del REMACAM y con zoeas de braquiuro tanto en aguas superficiales (Fig. 18 b) como subsuperficiales, respectivamente. Las larvas veliger de bivalvos y gasterópodos, la presencia de poliquetos principalmente en aguas costeras indican riqueza fitoplanctònica del manglar y estarían relacionadas a la dieta de larvas, postlarvas y juveniles de peces engràulidos (Zapata, 1992). El total de micro zooplancton se encontró en la columna de agua, más que en la superficie, de este total casi el 90% fueron copépodos y copepoditos.

Discusión

El análisis de huevos y larvas de peces engráulidos y clupeidos encontrados en la REMACAM durante el período abril del 2000 a diciembre del 2001, permite observar concentraciones de larvas de peces que caracterizan zonas costeras como Santa Rosa (*Cetengraulis mysticetus, Anchovia sp*), Olmedo (*Anchoa sp.*) y frente a Campana en el Río Mataje (*Opisthonema sp*), especialmente en el último trimestre de los años 2000 y 2001. Beltrán (1992) ya había reportado la abundancia y amplia distribución de Opisthonema y Cetengraulis al sur de Buenaventura, durante un crucero realizado en el Pacifico colombiano durante febrero – marzo de 1991.

Durante noviembre del 2000, la influencia de aguas oceánicas hacia el interior de los manglares (Najurunjo) favoreció la masiva presencia de zoeas de braquiuro, nauplios de cirripedio, larvas de equinodermos, bivalvos y prelarvas de engráulidos en la columna de agua. Mientras que entre agosto y noviembre del 2001, una baja en la densidad del microzooplancton y una elevada cantidad de huevos de peces, sugiere un aumento de la productividad primaria y utilización del plancton como alimento de peces chuhueco y anchoa, principalmente en esteros interiores del REMACAM, entre el Canal La Caída e Isla de los Pájaros en el Río Tambillo. Igual observación estaría relacionada a numerosas prelarvas de engráulidos a la salida del Río Najurungo (cerca del Porvenir) en febrero del 2001 y áreas de concentración de huevos de Engraulis en bocana de Limones de junio a agosto del 2000. Zapata (1992) dice que C. mysticetus es un reproductor total, que en épocas medio ambientales normales, expulsa sus huevos en un período corto que tiene su máximo en la segunda quincena de noviembre, época en la que también se dieron las mayores abundancias de huevos de chuhueco en la REMACAM. Además Beltrán (1992) encontró 3 zonas probables de desove de Engraulidae al sur de Buenaventura.

La mayor producción secundaria se observó en la columna de agua, sin embargo el porcentaje de otros zooplancteres aparte de los copépodos fue mayor en aguas superficiales, siendo los esteros interiores (Boca del Río Najurunjo y El Viento) los lugares de mayor concentración microplanctònica. En las estaciones costeras, el microzooplanton presentó su segundo pico de abundancia en la bocana de Santa Rosa en aguas superficiales y en la bocana de Limones en aguas subsuperficiales. Los copépodos, las larvas de decápodos y moluscos contribuyeron al aumento de biomasa microzooplanctónica.

La disponibilidad de alimento constituye un factor muy importante en la presencia de huevos y larvas de peces clupeiformes en las estaciones costeras señaladas, especialmente en los meses de octubre y noviembre, meses en los que se dieron los más altos picos de micro zooplancton incluyendo quetognatos. Estos últimos en mayor proporción en aguas costeras (bocana de Limones) que en los esteros interiores, lo

que favorecería la permanencia de huevos de peces que en mayor porcentaje se encontraron en el interior de los manglares del REMACAM; las larvas de peces, cuyo tamaño promedio fue de 4-8 mm de longitud estándar tienen poder de desplazamiento y pueden competir con los depredadores quetognatos predominantes. Las zoeas y larvas planctónicas mencionadas y alzas en la productividad primaria, acondicionarían el hábitat de chuhueco y anchoas en sus diferentes etapas de vida. Cetengraulis mysticetus es una especie fitófaga, pero en sus etapas juveniles también se alimenta de zooplancton (Zapata 1992). Arancibia y Sánchez (1988) dicen que los procesos migratorios de los peces están determinados más por su alimentación que por la reproducción.

Así también, las larvas de pinchagua (*Opisthonema sp*) se concentraron en aguas interiores de los manglares pero con mayor transparencia y disponibilidad de nutrientes, en agosto del 2001.

Comparando los resultados obtenidos en este trabajo con los realizados en la Reserva Ecológica Cayapas - Mataje en los años 1978 y 1980 (Luzuriaga 1993) se encontró la misma tendencia en la distribución de la abundancia de los organismos zooplanctónicos; esto es, mayor número de organismos en Pichangal y cerca de El Viento al norte del área, así como también importante biomasa en los diferentes grupos zooplanctónicos en las estaciones ubicadas en el centro del área, alrededor de Tambillo. En el año 2000 a 2001, la mayor productividad expresada en cantidad de microzooplancton y huevos de peces de chuhueco y anchoa se dieron en la zona norte (Fig. 1) y en la zona central (bocanas Sta Rosa, Limones, Tambillo y río Najurungo); huevos de Engraulis y larvas de pinchagua también distinguieron esta zona. La zona sur no se muestreó en 1980, pero en el actual trabajo, esta zona corresponde a la desembocadura del río Cayapas y se caracterizó por larvas de anchoa en su bocana y menor cantidad de microzooplancton respecto a las dos zonas antes mencionadas, debido quizás a la fuerte descarga de aguas continentales por este río.

Entre los muestreos realizados en 1978-1980 y los del 2000 - 2001 se observó diferencias en la época en la cual se obtuvo el mayor pico de abundancia de zooplancton, esto es, en junio durante el período 1978 –1980 y en noviembre durante el período de 2000 – 2001, sin embargo, este máximo fue solo para copépodos en el primer trabajo, pues los demás grupos, incluyendo larvas de peces, moluscos y crustáceos ocurrieron entre los meses de agosto a diciembre, igual período en el que se encontraron los máximos de abundancia de microzooplancton, huevos y larvas de peces durante el presente estudio. Investigaciones realizadas en el Estuario del río Esmeraldas durante el año 2001 (Luzuriaga et al, 2002) demostraron que, a pesar de la escasez de zooplancton e ictioplancton observada en ese lugar, la distribución de larvas de chuhueco y anchoas mostró mayor concentración cuando mayor fue el aporte de aguas oceánicas ricas en clorofila a, esto fue durante el segundo semestre de ese año.

Las condiciones oceánicas circundantes a la Reserva Ecológica Cayapas-Mataje ejercen su poder en los procesos internos del manglar, por lo que cabe mencionar la presencia del Evento La Niña durante el año 2000 hasta octubre - noviembre del 2001 cuando las condiciones tendían a normalizarse (CPPS 2001), hecho coincidente con el mayor desove de peces engráulidos en el 2001 y no observado en el 2000. Por tanto dos épocas estacionales marcadas se distinguieron en cuanto a productividad de las aguas del REMACAM se refiere, una mayor producción secundaria de octubre a noviembre del 2000 coincidente con el desarrollo del evento frío "La Niña" y un incremento en la productividad primaria de las aguas del manglar asociada a una baja en el micro zooplancton y mayor puesta de huevos de peces engráulidos de agosto a noviembre del 2001.

En general, la distribución de las áreas de abundancia de huevos y larvas de peces y las correlaciones realizadas con parámetros físico-químicos nos permitieron detallar diferencias en la composición del ictioplancton durante la época de estudio en la REMACAM principalmente entre agosto y diciembre, cuando ocurrieron picos de abundancia de larvas de peces engraulidos, con mayores porcentajes de Anchovia sp. y prelarvas en el año 2000 y mayor porcentaje de larvas de C. mysticetus y Anchoa sp. en el 2001, En este último año, alta densidad de huevos de engráulidos y aparición de larvas de pinchagua (Clupeidae) fue la nota característica de los esteros interiores del manglar. La cantidad de nutrientes, fosfatos y nitratos, se relacionaron con alzas de huevos y larvas observados en esta época y también en febrero y entre abril y mayo del 2001 cuando moderadas alzas de huevos, larvas y micro zooplancton también fueron evidentes en áreas costeras e interiores de los manglares.

Conclusiones y Recomendaciones

Dos épocas estacionales marcadas se distinguieron en cuanto a productividad de las aguas del REMACAM se refiere, una mayor producción secundaria de octubre a noviembre del 2000 coincidente con el desarrollo del evento frío "La Niña" y un incremento en la productividad primaria de las aguas del manglar

asociada a una baja en el micro zooplancton y desove de peces engráulidos de agosto a noviembre del 2001, cuando las condiciones del mar tendían a normalizarse.

Las especies de ENGRAULIDAE identificadas y de mayor abundancia en la Reserva Ecológica Cayapas Mataje, durante el período 2000 - 2001 fueron huevos y larvas de *Cetengraulis mysticetus (chuhueco), Anchoa sp., Anchovia sp., Engraulis* (anchoas) en su orden, y en la familia CLUPEIDAE: larvas de *Opisthonema sp* (pinchagua).

Las áreas de mayor abundancia de larvas de chuhueco y anchoas se localizaron en las bocanas y áreas costeras de la zona del REMACAM (Mataje – Sta. Rosa –Limones- Olmedo) sometidas a la mayor influencia de aguas oceánicas costeras hacia el interior de los manglares en la segunda mitad del año, de septiembre a diciembre; siendo las larvas de pinchagua presentes tan solo en el año 2001 en esteros interiores desde Campana a Tambillo.

La puesta de huevos de peces se dio en mayor densidad en los esteros interiores del manglar, en el Viento y salida del río Najurunjo en agosto y noviembre del 2001, cuando zoeas de cangrejo, moluscos y equinodermos predominaron entre organismos del microzooplancton, como indicadores de la disponibilidad de alimento planctónico para peces adultos y prelarvas de chuhueco y anchoas.

La mayor densidad del microzooplancton ocurrió entre octubre y noviembre del 2000 en Tambillo, bocana de Limones, El Viento, y salida de Río Najurunjo tanto en aguas superficiales como subsuperficiales. Zoeas de braquiuro, nauplios de cirripedio, larvas de lamelibranquios y quetognatos contribuyeron a elevar la productividad en estas áreas.

Se dio una alta correlación entre la densidad de larvas de peces chuhueco y anchoas con la temperatura y salinidad en el año 2000 (r= -0,6 -0,8) y con los índices de clorofila (r= 0,5 0,8) en la segunda mitad el año 2001. La cantidad de nutrientes, fosfatos y nitratos, se relacionaron con alzas de huevos y larvas observados en esta época, también en febrero y entre abril y mayo del 2001.

Es necesario proseguir las investigaciones de huevos y larvas de peces pelágicos pequeños . Los resultados de investigaciones de la distribución y abundancia de peces durante sus primeras etapas de vida son de vital importancia para análisis de predicción y evaluación pesquera sobre todo en un área con las características ecológicas únicas como lo es la Reserva Ecológica Cayapas - Mataje que permitiría, con adecuadas técnicas de muestreo y un monitoreo continuo, obtener un conocimiento real del comportamiento de *C. mysticetus, Anchoa sp.*, y *Opisthonema sp.* en los estuarios del mar ecuatoriano.

Literatura Citada

Ahlstrom, E. H. and H. G. Moser, 1980. Characters useful in identification of pelagic marine fish eggs. Calif. Coop. Oceanic Fish Invest. Rep. 21: 121-131 pp

Arancibia, A. y Sánchez, P. 1988. Ecología de los recursos demersales marinos. Fundamentos en costas tropicales. Primera edición. México. 233 pp. 34-85

Beltrán L. Susana, 1992. Identificación y descripción de los tipos de huevos, larvas y post-larvas de engráulidos y clupeidos (Pisces, Clupeiformes) en el Pacífico colombiano. Tesis. Univ. del Valle. Colombia

Beltrán B. y R. Herrera, 2000. Estadios tempranos de peces del Pacífico Colombiano. Inst. Nac. Pesca y Acuicultura INPA Buenaventura-Colombia Tomo 1: 359 pp. Tomo 2: 727 pp.

Ciechomski, J. 1981. Ictioplancton. En Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino. Edit. Demetrio Boltovskoy. Pub. esp. INIDEP. Mar del Plata - Argentina.

Ciechomski J. 1968. Huevos y larvas de tres especies de peces marinos, Anchoa marinii, Brevoortia aurea y Prionotus nudigula de la zona de Mar del Plata. Bol. N° 17 27pp. Mar del Plata.

Cintrón, G. R., Horna R., I. Solis, 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 2001. Boletín de Alerta Climática 134. Noviembre 2001 ERFEN.

Enfield D. 1975. Oceanografía de la región norte del Frente Ecuatorial: aspectos físicos. INOCAR. CM. Divisiòn Oceanografía. Guayaquil- Ecuador

Fahay 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean. Cape Hatteras to the Southern Scotia Shelf. Journal of Northwest Atlantic Fish. Sc. (4) 423 pp.

of Northwest Atlantic Fish. Sc. (4) 423 pp.

INEFEAN/GEF (1999). Plan de Manejo de la Reserva Cayapas - Mataje. Quito- Ecuador

Luzuriaga de Cruz, M., 1993. Distribución y abundancia del zooplancton en los manglares de la Región Norte de la Provincia de Esmeraldas – Ecuador. Rev. Cien. Mar. Limn. Vol. 3, No 1:59-87

Luzuriaga M, E. Elías, R. Garcia y G. Calderón 2002. Biología: ictioplancton, larvas y postlarvas de peces y crustáceos del hiperbentos. Estudio de monitoreo físico, químico y biológico del estuario del río Esmeraldas y aguas aledañas para determinar el Impacto de la Refinería Estatal de Esmeraldas. Informe INP/PETROECUADOR. 2001

Massay S. 1983. Revisión de la lista de los peces marinos del Ecuador. INP. Bol. Cient. Técn. Vol. VI, N° 1 pp 113

Matarese, Kendall, Bloody Beverly 1989. Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific Fishes NOAA- Technical report NMFS 80. U.S.A. pp.652

Newell G.E. & R.C. Newell 1963. Marine Plankton, Hutchinson Press, London. 49.

Palma y Contreras , 1993. Plancton Marino de Aguas Chilenas. Univ. Católica Valparaíso – Chile. 151 pp.

Santander H. Y O. Sandoval, 1973. Estudio sobre las primeras etapas de vida de la Anchoveta. Instituto del Mar del Perú. Informe No 41. Callao. Perú 30p

Simpson J. G. 1959. Identificación de huevos, historia de las primeras etapas de vida y áreas de desove de la Anchoveta. Cetengraulis mysticetus (Gunther) en el Golfo de Panamá. Inter.- AMER. Trop. Tuna. Comm. Bull. Vol. III, Nº 10. 437-580 pp.

Stevenson, M.O., G. Guillen y J. Santero de I., 1970. Atlas de las aguas costaneras del Océano Pacífico en la América del Sur. Univ. Calif. 23 pp

Trëgouboff G. & M. Rose 1957. Manuel de Planctonologie Méditerranéenne. Centre National De La Recherche Scientifique. Paris. Tome I - II.

Zapata P. Luis, 1992. Contribución al conocimiento de la Biología, hábitos alimenticios y crecimiento en la carduma Cetengraulis mysticetus (Gunther, 1866) en el Pacífico colombiano. Tesis. Univ. del Valle. Colombia.

CALIDAD AMBIENTAL DEL BLOOM ALGAL EN AREA URBANA DEL ESTERO SALADO (CIUDAD DE GUAYAQUIL) EN JUNIO 2005

Por: Gladys Torres[1]
Carmen Palacios[1]

Resumen

El incremento del área urbana de la ciudad de Guayaquil, han permitido la ocurrencia de bloom algal o marea roja, registrada en junio del 2005 al norte del Estero Salado, canal circundante a la Reserva Ecológica de Manglares del Estero Salado y cercanas a focos de contaminación (Terminal Petrolero y Puerto Marítimo de Guayaquil) y descargas domesticas de la ciudad, situado al interior del Golfo de Guayaquil. Los parámetros bio-ecológicos demostraron que la calidad del agua del Estero esta contaminada por la alta densidad de coliformes totales, baja diversidad del plancton (<2 bit/cel del índice de Shannon-Weaver) y dominancia del dinoflagelado Gymnodinium sp. y diatomeas (Thalassiosira sp., Pseudonitzschia longissima), coincidente con la mayor concentración de nutrientes (silicato y fosfato) y la discoloración del agua de color café oscuro y verduzco. El rol trófico fue caracterizado por el microzooplancton (rotíferos y ostrácodos). La comunidad del plancton a lo largo de gradientes urbanos ha sido poco investigada. Los resultados de esta investigación indican la necesidad de monitoreos continuos, junto con el avance en la gestión de control por las autoridades locales, en disminuir los focos de contaminación y subsecuentemente los problemas en la salud pública a las personas que aún pescan y se bañan en este ecosistema acuático interno.

Abstract

IThe increments of the urban area of the Guayaquil city, they have permitted the occurrence of algal bloom or red tide, registered in June of the 2005 to the north of the chanel Estero Salado near to the Ecological Reservation Mangrove of Estero Salado, to focuses of contamination (Terminal Tanker and to the Guayaquil Port) and discharges domestic of the city, located to the inner of the Guayaquil Gulf. The bio-ecological parameters demonstrated that the quality of the water of this Salado Estero were contaminated by high density of fecal coliform, low diversity of the plankton (< 2 bit/ cel of the Shannon-Weaver index) and the algae bloom with Gymnodinium sp. (dinoflagellates) and Thalassiosira sp. Pseudonitzschia longissima (Diatoms); it is similarly with the old concentration of nutrients (silicate and phosphate) and the water discoloración of color dark coffee and verdict. The trophic levels were characterized for microzooplancton (rotifers and ostracode). The plankton community along urban gradients is little investigated. This result on this research indicate the necessity of continuous monitoring, along with the advance in the management of control for the local authorities, in diminishing the focuses of contamination and others problems in the public health to the people that still fish and they take a bath aquatic intern in this ecosystem.

Palabras Claves: *Mareas rojas, bloom algal, microalgas, nutrientes, Estero Salado, Guayaquil.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador; gtorress@inocar.mil.ec * cpalacios@inocar.mil.ec

Introducción

La contaminación hídrica en América Latina y el Caribe está dominado por las descargas municipales de origen doméstico e industrial (Escobar, 2002), la zona urbana del Estero Salado no es la excepción, es un canal interno del Golfo de Guayaquil que cotidianamente está siendo alterado por la acción antropogénica, trafico de embarcaciones (Valencia et al., 2000; Arriaga, 2000). Los problemas micro y macro ambientales están relacionados con el crecimiento económico, cambios climáticos y el comercio exterior, que obtienen servicios ecosistémicos terrestres y acuáticos con inadecuadas políticas de manejo (Ochoa *et al.*, 2000).

Las algas, por lo general son organismos microscópicos acuáticos capaces de indicar la calidad del agmua gracias a su sensibilidad a los cambios del medio en que viven, por tanto se convierten en un referente del estado ecológico de cualquier sistema acuático. El incremento de estos microorganismos pueden provocar marea roja ya reportadas al sur del Estero Salado (Jiménez, 1989, 2001), los que estarían relacionados con el incremento antropogénico en áreas costeras urbanas, principalmente en áreas acuáticas semicerradas como lo es el Estero Salado Interior (Torres *et al.*, 2003). A esto se suma la resistencia de los organismos acuáticos a procesos microbianos o virales como el cólera (Montaño y Robadue, 1995). El aparente incremento de blooms algales, es el resultado de la disminución de la calidad de los ecosistemas acuáticos, que necesitan implementar esquemas de manejo proactivos para sustentar o restaurar la calidad natural del ecosistema (GEOHAB, 2004). Este artículo tiene como objetivo caracterizar la calidad ambiental físico-química de la marea roja en el Estero Salado en junio del 2005.

Área de Estudio

El área de estudio se encuentra en el Estero Salado de la zona urbano marginal de la ciudad de Guayaquil. Las estaciones que se monitorearon fueron ubicadas en los siguientes puntos: Puente 5 de Junio, Puente de la 17ava y Puente Portete (Fig 1). El 13 de Junio a las 15h00, se realizó el muestreo en el Puente 5, lugar donde se visualizó díscoloración café verdosa. Un segundo muestreo fue el 22 de junio. En ambos casos los muestreos se realizaron dos horas antes de la marea Baja y en estado de marea de Sicigia; en diferentes horas de luminosidad (15h00 y 10h00 respectivamente). Estado de Marea fue el siguiente:
13 de Junio a las 15h00: 16h38 pm baja 1.1 metros
22 de Junio a las 10h00: 12h58 pm baja 0.7 metros

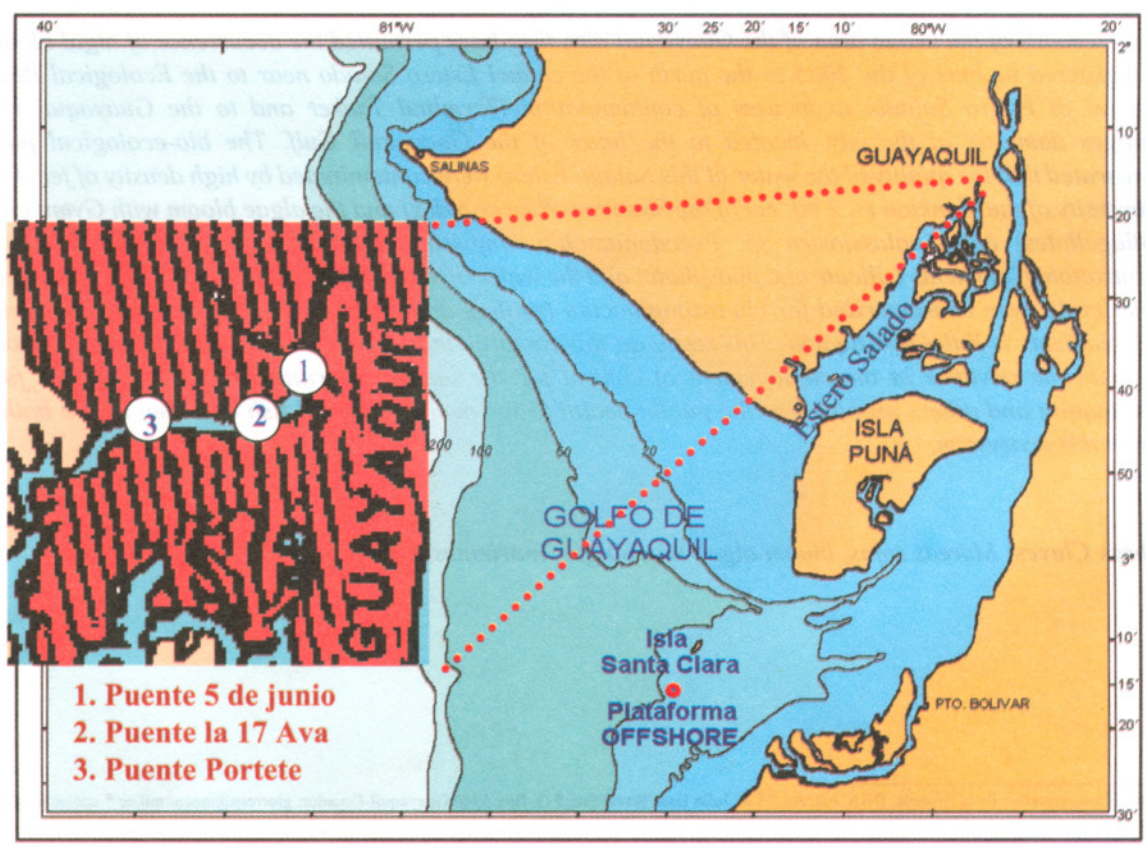


Figura 1. Ubicación del área de estudio hacia el norte del Estero Salado, ramal interno del Golfo de Guayaquil

Las condiciones meteorológicas para el mes de junio se reportan normales, sin embargo, el déficit de pluviosidad para la época húmeda (Boletín ERFEN, abril 2005), contribuyeron al poco intercambio de aguas en el sector norte del Estero Salado y en el Golfo de Guayaquil, provocando síntomas de eutrofización local. El 13 de junio estuvo ligeramente nublado y el 22 de junio fue soleado, a la hora del respectivo muestreo. cerca del área se encuentra el Puerto Marítimo de Guayaquil, en la cual se moviliza el 70% de las exportaciones del país, aportando con agua de lastre en el área de cuarentena de buques internacionales dentro del canal del Estero Salado y posible introducción de especies del fitoplancton, lo cual puede correlacionarse con el mayor evento de mareas rojas a lo largo del canal navegable.

Descripción y localización de la marea roja

En el área del Puente de la 17ava, el color del agua fue de color café a marrón, mientras que en el área del puente 5 de junio se observaron tonalidades café marrón, pero en el momento del muestreo pasó un bote a pedal en la parte central del estero, se observó cambios en la tonalidad del agua con parches café y blanquecino (Foto, 1); en el sector 3 se observó el agua de tonalidad verdusca. La marea roja fue localizada en el sector norte del Estero Salado.



Foto 1. Tonalidad del color del agua del sector del Puente de la 17 (A) y del puente 5 de Junio, las flechas indican las tonalidades más oscuras

Procedimientos

Se colectaron muestras de agua con botella de cierre automático a dos niveles de profundidad 0 y 2 m, no se utilizó embarcación ya que el muestreo fue realizado desde cada puente coincidiendo en la parte central del Estero. Para el análisis del fitoplancton las muestras se fijaron son solución Lugol y se procedió con la metodología de Microscopia Invertida utilizando cámaras de sedimentación de 25 ml; las muestras para el microzooplancton fueron colectadas filtrando directamente 20 litros de agua por cubiletes con malla de 55 um y muestras verticales con red de 200um fijadas con formol neutralizado al 3%.

Los parámetros colectados nutrientes, OD, BDO (5), pH, turbidez, coliformes totales y fecales, temperatura y salinidad, fueron analizados siguiendo colectados, incubados aplicando metodologías estandarizadas. Los dos muestreos fueron en la misma fase de estado de marea hacia la baja, con 2 horas antes de la baja marea; sin embargo el muestreo se lo realizó a las 15h00 (junio 13) y entre las 10h00 a 12h00 (junio 22), es decir a diferentes horas de radiación solar.

Resultados y Discusiones

Fitoplancton

Durante la observación de las muestras en vivo, se aprecio que la especie causante de la marea roja (MR) fue *Gymnodinium sp.* (Foto 2-A), observándose dos tonalidades diferentes de cloroplastos relacionadas con los lugares muestreados, que coincidían con las tonalidades del agua, así tenemos que en el puente Portete, el color del agua fue color verde ocre, pero al analizar la muestra las células de *Gymnodinium* al microscopio presentaron un color verde; en los otros dos sectores presentó el color del agua café oscuro o marrón, aquí *Gymnodinium* fue de color café oscuro.

En el Puente 5 de junio, la muestra en vivo también se registro la frecuencia de *Gyrodinium sp.* (Foto2-Se registraron un total de 17 especies del fitoplancton en los tres sitios. La mayor densidad algal y causante de la MR fue el dinoflagelado *Gymnodinium sp.*, su mayor densidad se registró en los dos niveles de profundidad en el puente de la 17, y en el puente 5 de Junio fue superficial (Fig. 2).

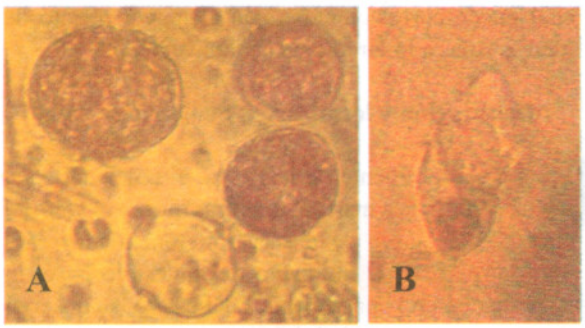


Foto 2. *Gymodinium sp* y *Gyrodinium sp*

La presencia de esta especie en el puente Portete estaría indicando la evacuación por el ritmo de mareas hacia la parte intermedia y sur del Estero Salado. Durante el mes de septiembre se evidenció MR en el Estero Salado, desde el puente Miraflores hasta el puente de la 17, causada por *Gymnodinium sp.* (Domínguez *et al.*, 2004). En diciembre 2004 y febrero 2005, se reportaron parches de mareas rojas al sur del Estero Salado cerc(((anas a Posorja (http://www.inocar.mil.ec/links.php?C=1&S=9&SbS=1&idC=2). El cambio de coloración de sus cloroplastos, posiblemente sean otros factores locales de contaminación contenidas en el agua que esten causando tal efecto a nivel celular.

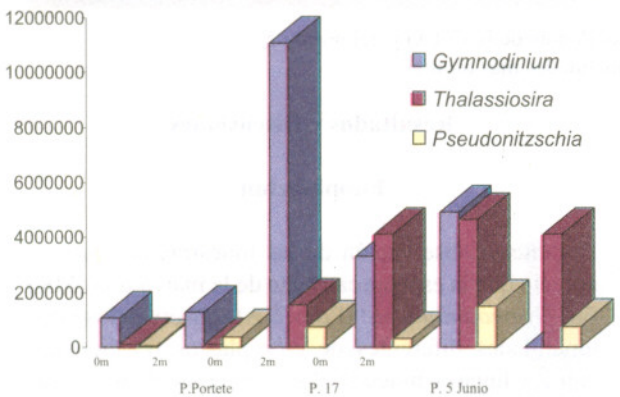


Figura 2. Distribución algal (cel/l) en dos niveles de profundidad. del Estero Salado

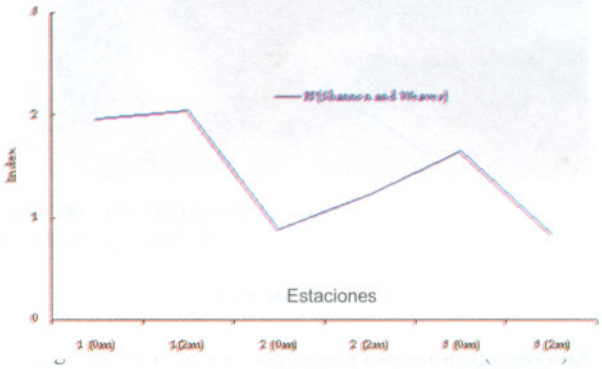
La alta densidad algal de *Thalassiosira sp.*, y *Pseudonitzschia longissima*, fue causante del color verduzco del agua del Estero. *Thalassiosira* fue más abundante en el Puente 5 de Junio tanto en superficie como a dos metros, y va disminuyendo hacia las otras dos estaciones. *Pseudonitzschia* presentó un patrón similar a *Thalassiosira* causado posiblemente por el ritmo de marea.

Durante este muestreo se registró disminución de especies del fitoplancton, con relación a las reportadas por *Suescum et al.*, (1998), menciona un total de 85 especies (1994), 55 especies (1995), 30 especies (1996), pero no reporta la densidad de especies más abundantes o frecuentes.

Posteriormente Gualancañay *et al.*, (2004), reportan mayor diversidad de especies del fitoplancton (44 especies) con dominancia de *Cochlodinium catenatum, Skeletonema costatum, Cyclotella menenghiniana, Mesodinium rubrum y P. longissima.*

Los síntomas de problemas de aguas eutrofizadas o aguas contaminadas, normalmente contienen dominancia de una o dos especies y un menor número de especies y baja diversidad.

Aplicando el índices de Shannon-Weaver se encontró una baja diversidad (Fig.3). Cajas *et al.*, (1998), reportan valores entre 1.5 a 2 bits para fitoplancton; y entre 1 a 1.4 bits para el zooplancton. Torres *et al.*, (1998), mencionan que este índice también presento baja diversidad hacia la cabecera del Estero Salado en agosto 1996.



Dentro del sistema de clasificación biológica de los cuerpos de agua (Indice de SAPROBIO) mencionado en el documento de Municipalidad de Guayaquil (2000), los datos registrados en junio 22 del 2005, presentó la siguiente clasificación: (Tabla1)

Sector Estero Salado	Clase (color del agua)	Carga Orgánica	Abundancia de organismos
Puente Portete	verde oscuro y claro	moderada a crítica	IV polisaprobio
Puente 17	Marrón	con fuerte contaminación	IV polisaprobio
Puente 5 de Junio	Parches entre: verde oscuro, marrón y blanco	No determina el color blanco?	IV polisaprobio

Tabla 1. Indice de contaminación estimados para el Estero Salado Norte en Junio 2005

Microzooplancton

El arrastre vertical con red de 200u no se encontraron organismos del zooplancton con excepción de 3 medusas pequeñas *(Obelia sp.)*.

En las muestras filtradas (63u), la biomasa del micro-zooplancton fue dominante con protozoarios, rotíferos y ostrácodos, con una ligera variación de dominancia en los tres sitios de muestreos (Fig. 4).

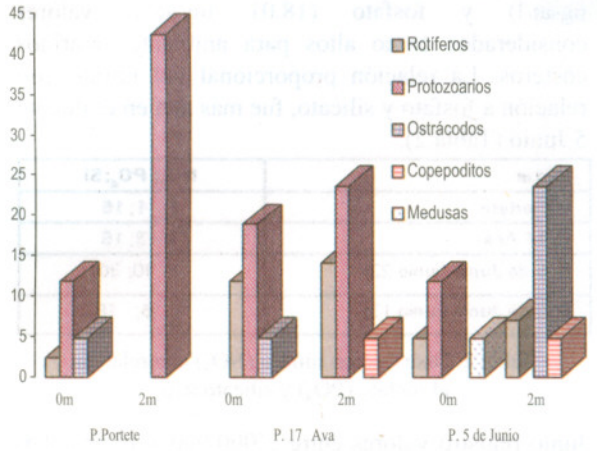


Figura 4. Distribución de los principales grupos del microzooplancton (org/l).

Se observó en vivo que el grupo de larvas de ostrácodos se encontraron repletos de *Gymnodicium sp.* (Foto 3), por consiguiente sería un transmisor de la energía del carbono (microalgas) hacia los niveles superiores en sitios contaminados del Estero.

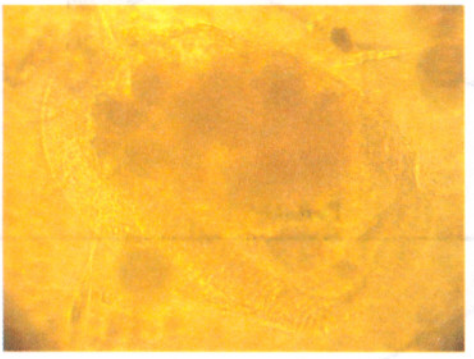


Foto 3. Un ostrácodo repleto con *Gymnodinium sp.*

Los protozoarios viven en todos los hábitat y se los clasifica de acuerdo a su movilidad (Bush *et al.*, 2001), observándose que en el sitio de estudio predominaron las formas ciliadas (formas libres), consideradas como predadores e ingesta nutrientes a través de bacterias.

En el muestreo del 13 de junio, se observaron dos copépodos parasitados con epizoicos no identificados (Foto 4) y asociado a los copépodos.

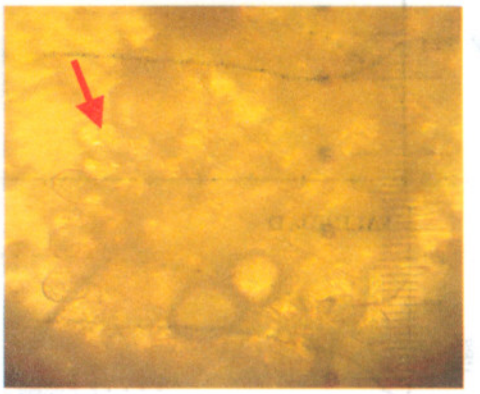


Foto 4. Copépodo con exo-parásitos.

Naranjo (2003), menciona baja biomasa del zooplancton (con red de 335u), en el Estero Salado (Puente Aguirre) coincidente con la menor salinidad.

La dominancia de rotíferos (*Brachionus plicatilis*) encontrados en el área de estudio principalmente a 2m de profundidad, coinciden con los datos de meiofauna reportados en Cruz (2003), donde menciona la abundancia de nematodos libres y rotíferos.

Otros niveles tróficos que permiten disminuir el bloom algal, serían los organismos filtradores bivalvos reportados como abundantes y diversos en el sector del puente Portete (Cruz, 2002).

Cárdenas de Mota y Hilgert, mencionaron que algunas especies han retornado a su hábitat del Estero Salado, debido al incremento de moluscos como los mejillones y las almejas, considerados como el alimento de las aves (108 especies) que existen en el manglar del Estero Salado:

(http://www.ecoestrategia.com/articulos/resumen/resumen07. html#05).

Condiciones Ambientales

Dentro de los parámetros considerados como conservativos, la distribución térmica presento un rango entre 25.9 a 26.17°C, y la salinidad fue entre 13.66 a 20.00 UPS en toda la columna de agua en los tres sitios muestreados, mostrando una ligera termoclina a 1 m. de profundidad (Fig. 5).

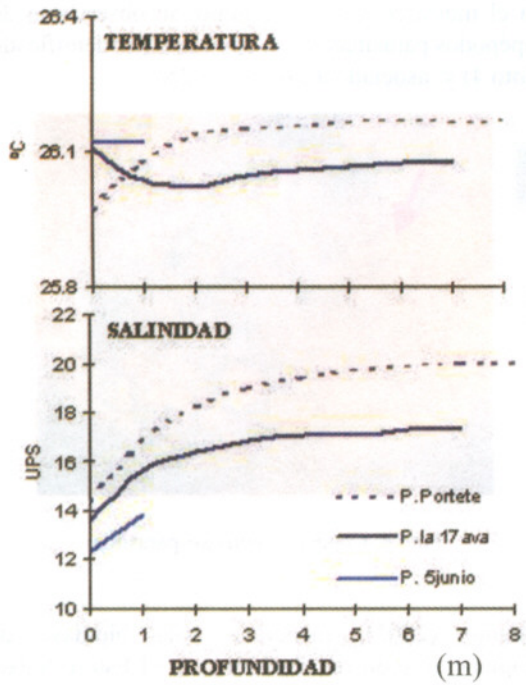


Figura 5. Distribución vertical de temperatura salinidad.

Sin embargo, la distribución superficial y subsuperficial en cada sitio muestreado, el fosfato presentó mayor concentración hacia el Puente 5 de Junio; igual comportamiento presentó el silicato, con excepción del muestreo de Junio 13 (Fig. 6).

La densidad de microorganismos patógenos de coliformes totales, en el muestreo del puente 5 de

La baja salinidad superficial entre 12.4 a 14.4 UPS, pueden ser causados por el aporte de aguas residuales observados al momento del muestreo, que fue realizado en flujo en horas cercanas a la baja marea. El pH presentó valores entre 7.2 a 7.6, el máximo valor fue registrado a nivel superficial en el sector 2. Valores ligeramente básicos son recomendables para la vida acuática.

Los nutrientes presentaron promedios para nitrato (7.04 ug-at/l), nitrito (7.35ug-at/l), silicato (191.12 ug-at/l) y fosfato (18.01 ug-at/l), valores considerados como altos para ambientes marinos costeros. La relación proporcional del nitrato con relación a fosfato y silicato, fue más alta en el Puente 5 Junio (Tabla 2).

Lugar	NO_3; PO_4:Si
P. Portete	1; 1; 15
P. 17 Ava	1; 3; 15
P. 5 de Junio (junio 22)	1; 10; 30
P. 5 de Junio (junio 13)	1; 6; 18

Tabla 2. Distribución nitrato (NO_3) con relación al fosfato (PO_4) y silicato (Si).

Junio registró valores entre 2´000.000 a 10´000.000 UFC /100ml; en el puente de la 17 los valores fueron entre 6´000.000 y 460.000 UFC /100ml; mientras que hacia el puente Portete no fueron cuantificables aún en diluciones del orden de 104 y 106 UFC/100 ml. Sin embargo, los coliformes fecales del sector en el puente de la 17, presentó valores entre 920.000 UFC /100ml (0m) y 160.000 UFC /100ml (2m), teniendo

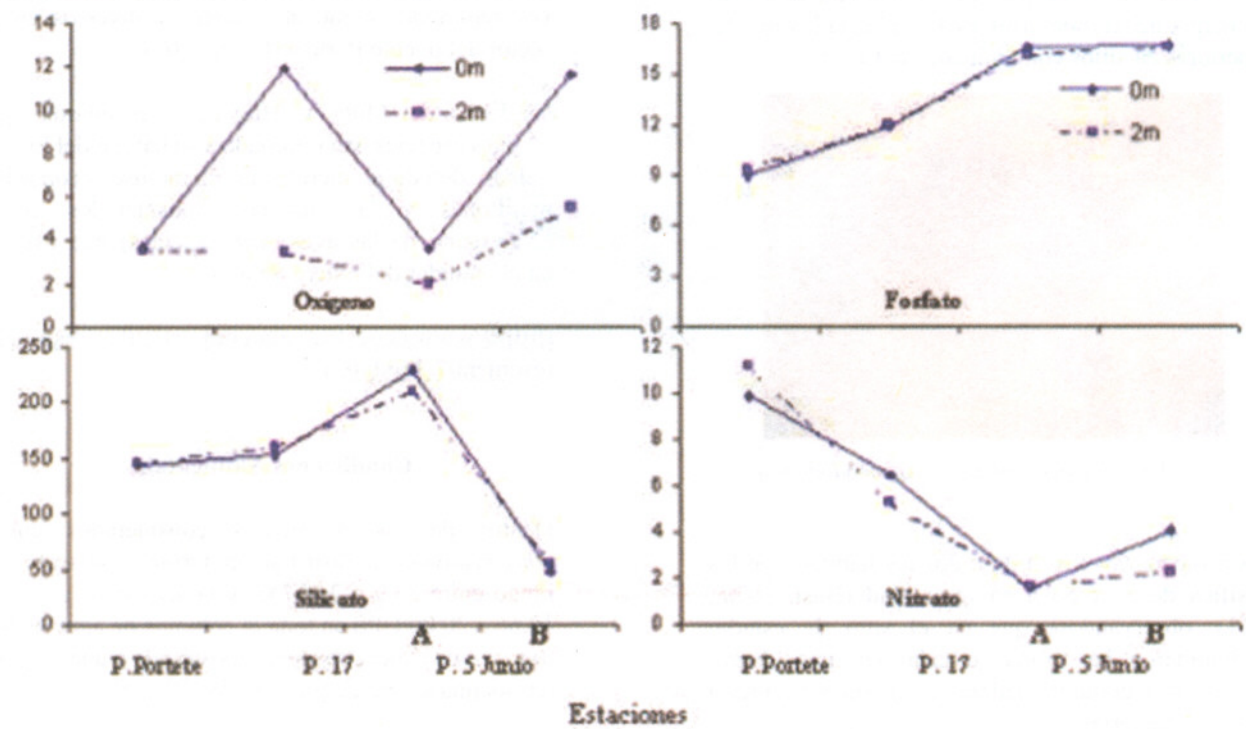


Figura 6. Distribución de Oxígeno (mg/l), nutrientes (ug-at/l) en el Estero Salado (B=muestreo de junio 13).

en cuenta que el valor superficial está por encima del limite máximo permisible 200 NMP/1000 ml de coliformes fecales establecidos en la legislación Ecuatoriana, evidenciado un problema de contaminación microbiológica que puede ocasionar enfermedades.

El exceso de nutrientes permite el crecimiento algal y de potencialmente bacterias peligrosas para la salud especialmente humanos, en áreas de cargas domésticas (EPA, 2001).

La calidad microbiológica del Estero Salado para coliformes fecales han sido positivos para *Escherichia.coli* (Pin *et al.*, 1998). Castelló (2000), determinó valores altos de la carga bacteriana debido a la descarga de materia orgánica que este ecosistema semi-encerrado recibe desde la ciudad.

Conclusiones y Recomendaciones

Los diferentes parámetros bio-ecológicos, demostraron que la calidad del agua del Estero Salado esta contaminada en el sector norte (ciudad de Guayaquil), por cargas orgánicas que se depositan cotidianamente al estero, han sido reflejadas por el incremento microalgal con presencia de marea roja con mayor durabilidad, debido al poco intercambio con aguas externas del Golfo, lo que puede generar eutrofización, anoxia y problemas de salud pública a las personas que aún pescan y se bañan en el Estero.

La escasa diversidad del fitoplancton y zooplancton estaría relacionada con especies de menor tamaño que se ha ido adaptando a las disturbancias locales y al evento de marea roja.

La permanencia prolongada de la marea roja es un serio problema, lo que conlleva a realizar monitoreos continuos mientras se realizan las obras sanitarias de recuperación del Estero Salado, debido a las cargas orgánicas que se están depositando al interior no son suficientemente oxidadas y removidas, aún con déficit de lluvias, provocando eutrofización y anoxia de los sistemas más internos donde se realizó esta investigación.

No permitir la tala de manglar en los pequeños remanentes como el sector del puente 5 de junio hasta el borde costero de la Base San Eduardo hasta la Reserva de Manglar del Estero Salado, ya que el manglar es uno de los mecanismo natural de autolimpieza.

Agradecimientos

Se agradece a los Directivos del INOCAR por financiar y difundir estas investigaciones proyectos. A Dr. Fabián Molina por la participación en el muestreo y análisis químicos. A la Dra. Ana Rodríguez y Dra. Elena Gualancañay por las recomendaciones emitidas en este artículo.

Bibliografía

Arriaga L., 2000. Manejo Costero Integrado (MCI) del Ecuador. Programa de Manejo de Recursos costeros (PMRC).

Barg U., 1994. Orientaciones para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera.

Bush A., Fernández J., Esch G., and R. Seed, 2001. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge, University Press.

Cajas L., Prado M., 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. Instituto Nacional de Pesca, Ecuador, pp. 261-184.

Castello M., 2000. Determinación de la carga bacteriana del agua de piscinas camaroneras situadas en las zonas de las provincias de Manabí, El Oro y Esmeraldas. Boletín Especial " Situación de la Problemática por la presencia del virus "Mancha Blanca (WSSV)" en el cultivo del camarón en el Litoral Ecuatoriano durante 1999", F. Ormaza Ed.,INP. Pp. 46-56.

Cruz, M., 2002. Meiofauna del Golfo de Guayaquil, Ecuador (Río Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), obtenida en abril de 1997. Acta Oceanográfica, 12(1): 137-146.

Cruz, M., 2003. Malacofauna bentónica existente en los alrededores de la ciudad de Guayaquil (Estero Salado y Río Guayas), durante 2003. Acta Oceanográfica, 12(1): 135-145.

EPA, 2001. Nutrient Criteria Technical Guidance Manual: Estuarine and Coastal Marine Waters. United States Environmental Protection Agency Office of Water 4304. EPA-822-B-01-003. http://www.epa.gov/waterscience/criteria/nutrient/guidance/marine/index.html.

Deas M., y G. Orlob, 1999. Assessment of Alternatives for Flow and Water Quality, Klamath river Modeling Project. Center for Environmental and Water Resources Engineering. Water Resources Modeling Group University of California. Report No. 99-04.

Domínguez C., Torres G., Moreira E., y M. Días, 2004. Calidad ambiental de algunos ramales del Estero Salado de la ciudad de Guayaquil, septiembre 2003. Informe Modulo Contaminación Marina. Universidad de Guayaquil.

GEOHAB, 2004. Core Research Project: HABs in Fjords and coastal embayments. Valparaíso, Chile.

Gualancañay E., Tapia M. y C. Naranjo, 2004. Composición y variación estacional del fitoplancton, zooplancton y microbentos en el Estuario Interior del Golfo de Guayaquil, durante el año 2003. Acta Oceanográfica, 12(1): 103-128.

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.

Jiménez R., 2001. Red Tides in Ecuador during La Niña 2000. Newsletther Harmful Algae Bloom # 41.

Montaño M. y D. Robadue, 1995. Monitoreo y manejo de la calidad del agua costera. Documento 10 en Manejo Costero Integrado del Ecuador. Programa de Manejo de Recursos costeros.

Municipalidad de Guayaquil, 2000. Análisis Biológico de la Calidad de agua. Informe del Estudio de prefactibilidad, factibilidad, selección de la mejor alternativa del Plan Integral del

Naranjo C., 2003. Zooplancton en el Estuario interior del Golfo de Guayaquil, durante mayo/2001. Acta Oceanográfica del Pacifico, 11 (1): 101-112.

Ochoa E., Olsen S., y 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.

Pin G., Garcia F., y M. Castello, 1998. Microflora bacteriana de las aguas del 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. Instituto Nacional de Pesca, Ecuador, pp. 287-301.

Pitcher, G.1998. Harmful Algal Blooms of the Benguela Current. Sea Fisheries S. Africa, Dept Environmental Affairs

Suéscum R., Maridueña A., Castro R., Moncayo D., Morán C., Estrella T., Guale M., Sonnenlholzner J., Freire M., y P. Massuh. 1998. Condiciones físicas, químicas y biológicas del estuario interior del Golfo de Guayaquil durante 1994-1996. 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. Instituto Nacional de Pesca, Ecuador, pp. 181-240.

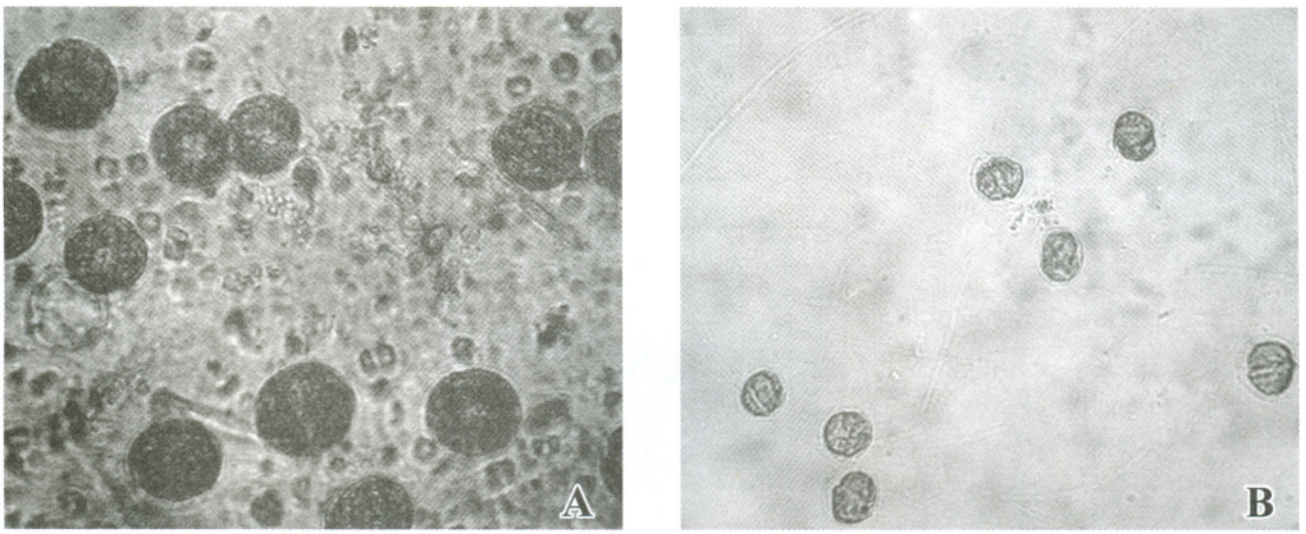
Torres G., Landivar, J., Burgos, L., M'harzi., Osore M., Tackx M., and N. Daro. 1998. Phytoplankton and Zooplankton community structure in the Guayaquil Estuary and Estero Salado (Ecuador). In ICES Journal of Marine Science. Poster en ICES International Symposium on Brackish Water Ecosystems, Helsinki, Finland, August 1998.

Torres G., Tapia M., Coello D. y R. Jiménez. 2003. Monitoreos de Fitoplancton y eventos de Mareas Rojas en el Pacífico Ecuatorial (Ecuador). Presentado en el Sexto Taller Regional de Planificación Científica sobre Floraciones de Algas Nocivas en Sudamérica. Informe Regional de FANSA, COI-UNESCO, 22-24 Octubre 2003, Guayaquil, Ecuador.

Valencia M., C. Palacios y A. Rodríguez, 2000. Calidad Físico Química y Bacteriológica de las aguas alrededor de la ciudad de Guayaquil 1996 – 1998. Acta Oceanográfica, INOCAR, 10(1).

REGISTROS DE MAREAS ROJAS EN EL ESTERO SALADO				
Fecha	**Lugar**	**Especies**	**CELL/L.**	**Mortalidad**
Nov./81	Estero Salado	*Skeletonema costatum*	100000,000	
Sep./84	Estero Salado	*Gyrodinium striatum*	440,000	
Ago./84	Estero Salado	*Mesodi nium rubrum*	70000,000	
Feb./85	Estero Salado	*Prorocentrum maximun*	283000,000	
1985	Estero Salado	*Scrippsiella trochoidea*	3150,000	
1985	Estero Salado	*Mesodinium rubrum*	1500,000	
1985	Estero Salado	*Gymnodinium sp.*	9750,000	
Ene./88	Estero Salado	*Gymnodin ium sp.*		
Mar./93	Estero Salado	*Cochlodinium + Gymnodinium*		
Mar./93	Estero Salado	*Gyrodinium instriatum*		
Ago./96	Estero Salado	*Skeletonema costatum*		
Mar./03	Estero Salado	*Prorocentrum minimun*		
Sep./03	Estero Salado Ciudad	*Gymnodinium sp*		
Oct./03	Estero Salado Ciudad	*Gyrodinium sp.*		
Oct./03	Estero Salado cerca Puná	no hay muestra		durante dragado

Tabla 3. Registros de mareas rojas en el Estero Salado según Jiménez (1989) y Torres *et al.*, (2003), por lo que se tiene antecedentes dentro del Área de Estudio (pag. 116).



Fotos anexadas a la pag. 118. Donde es notable la abundancia de *Gymnodinium sp* (A) y la presencia de otra especie de *Gymnodinium sp.?* (B).

BLOOM DE *Noctiluca scintillans* Y *Ceratium dens* EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL (2004)

Por: Gladys Torres[1]
Carmen Palacios[1]

Resumen

Este estudio da a conocer la evolución del bloom algal mediante la recepción de tres muestras (con marea roja) y dos monitoreos superficiales realizados antes y después del bloom de Ceratium dens. El 26 de agosto/04, se registró un bloom de Noctiluca scintillans frente a la Playa turística de Jambelí y entrada del Canal Santa Rosa con una duración entre 3 a 5 días. El 1 de septiembre/04 al norte de la Isla Jambelí (Boya de mar), se registró un bloom algal por C.dens. El 7 de septiembre/04 se evidenció un gran parche de marea roja (>2km) causado por el bloom C. dens. Durante el muestreo realizado el 3 y 4 de Octubre/04, se incremento la diversidad del fitoplancton con 123 especies en bajamar y 84 especies en pleamar, sin presencia de mareas rojas causado por C. dens fue escasa. Pescadores locales mencionaron que la marea roja fue observada hasta el 24-25 de septiembre, después de alta mortalidad de Cetengraulis mysticetus (Chuhueco) entre el 10 al 12 de agosto/04 en la parte externa de Jambelí, en el canal de Santa Rosa y muelle turístico de Puerto Bolívar; esta condición ambiental que provocó conflictos pesqueros en Puerto Bolívar.

Abstract

This study presents the evolution bloom algal by means of the reception of three samples (with red tide) and two surface monitoring before made and after bloom of Ceratium dens. The 26 of agosto/04, bloom of Noctiluca scintillans was registered in front of the tourist Beach of Jambelí and entrance of the Channel Santa Rosa with a duration between 3 to 5 days. The 1 of September/04 was registered the C. dens in the north of Jambelí island (Buoy of sea). The 7 of September/04 a great patch of red tide (> 2km) caused by bloom C. dens was demonstrated. During the made sampling 3 and 4 of Octubre/04, increase the diversity of the phytoplankton with 123 species in low tide and 84 species in high water, without presence of red tides C. dens was little. Local fishermen mentioned that the red tide was observed until the 24-25 of September, after of the high mortality of Cetengraulis mysticetus (Chuhueco) between the 10 to the 12 of Agosto/04 in the external part of Jambelí, in the channel of Santa Rosa and tourist wharf of Port Bolivar; environmental condition that caused fishing conflicts in Port Bolivar.

Palabras Claves: *Mareas rojas, bloom algal, microalgas, nutrientes, Golfo de Guayaquil.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador. gtorres@inocar.mil.ec * cpalacios@inocar.mil.ec

Introducción:

Los eventos de mareas rojas existen desde los tiempos bíblicos (Exodus 7:20-1). Sin embargo, el incremento de la contaminación, sobrepesca y calentamiento global conducen al incremento de blooms de algas nocivas y patógenos causando impactos ecológicos (Gómez, 2000).

Existen referencias que eventos de mareas rojas que han provocado mortalidad de peces en otros países, como *N. scintillans* causando mortalidad de peces y daños ecosistémicos temporales (Andersen 1996).

Del género *Ceratium* únicamente se han reportado como formadoras de marea roja a *Ceratium furca var. furca, C. fusus var. fusus, C. lineatum, C. longipes y C. tripost, C. dens*, como responsables de mareas rojas en el Golfo de México (Cortés y Nuñez 2000). Aunque *C. dens* ha formado floraciones de algas nocivas (FAN) de café oscuro y que no han registrado toxinas, pero se cree que son ictiotóxicos y dañinos para los peces e invertebrados, produciéndoles mucus en el agua y disminuye el oxígeno disuelto, puede ocasionarles severos sangrados en las branquias de los peces. *N. scintillans* disminuye la calidad del agua causando gran impacto ambiental al acumular grandes cantidades de amonio en sus vacuolas por lo que puede resultar toxico para los peces (Vargas-Montero y Freer, 2002).

En las tres últimas décadas la mayor ocurrencia de mareas rojas han ocurrido en el Golfo de Guayaquil, sin embargo, hay escasa información científica a largo plazo.

El primer reporte de marea roja para el Golfo causado por *Ceratium dens* fue en junio 1986 (Jiménez, 1996), para *Noctiluca scintillans* fue en agosto 1980 para el sector de Valdivia (Jiménez, 1989) y para el golfo en marzo 2003 (Torres, 2003).

El objetivo de este estudio fue difundir las investigaciones del bloom de *C. dens* y *N. scintillans* ocurridos en el golfo de Guayaquil como parte del Proyecto de Mareas Rojas desarrollado por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

Materiales y Métodos

Se receptaron algunas muestras de agua y se realizaron dos monitoreos por INOCAR; en tres casos fueron en condiciones de marea roja (Tabla 1).

En Capitanía de Puerto Bolívar se coordinó la forma de la colecta de muestras, como apoyo al proyecto de Mareas rojas.

Fecha	Entidad	Área de marea roja
Agosto 26/04	Capitanía Puerto Bolívar	Norte de Arch. Jambelí *
Septiembre 1/04	Monitoreo INOCAR	Boya de mar (Pto. Bolívar)
Septiembre 6/04	EDC (Ing. Benítez)	Golfo Guayaquil (Est.7) *
Septiembre 10/04	Buque ORION	Cerca de Isla Santa Clara*
Octubre 4/04	Monitoreo INOCAR con invitación del EDC	Golfo de Guayaquil
* En condiciones de marea roja (discoloración de agua de mar)		

Tabla 1. Fecha y áreas donde se obtuvieron muestras de agua.

En septiembre 1 se realizó un muestreo del fitoplancton, nutrientes y parámetros físicos por INOCAR en la Boya de mar al norte del Canal Santa Rosa (Estación fija), colectándose muestras de fitoplancton, nutrientes, a las 7h00, 11h00 y 14h00.

En Octubre 3 y 4 (2004), se realizó otro monitoreo del fitoplancton (muestras fijadas con solución de Lugol) en 11 estaciones tanto en condiciones de mareas de pleamar (6h00 A 8h00) y bajamar (14h00 a 16h00).

Las muestras de fitoplancton fueron sedimentadas (12 horas) en cámaras cilíndricas de 25ml y contadas en un microscopio invertido. Se colectaron muestras para nutrientes utilizándose la metodología de Strickland y Parsons (1972).

Los datos de temperatura y salinidad de octubre se obtuvieron mediante termómetro manual.

Área de Estudio

El Golfo se localiza en la región del Pacífico Ecuatorial sudeste y la marea roja ocurrió en la parte central del Golfo y en las cercanías del Canal Santa Rosa, en agosto-septiembre del 2004 durante la época fría o seca.

El borde costero esta cubierto de manglar y camaroneras en donde se desarrolla el 75% de la producción camaronera en cultivo y sus aguas soportan las más importantes pesquerías del país. Sin embargo, la mortalidad de peces y mareas rojas ocurridas en los últimos años son evidencias de su deterioro ambiental por el aporte de desechos sanitarios sin tratamientos.

El subsuelo del Golfo de Guayaquil tiene depósitos de hidrocarburos (petróleo y gas natural) que están siendo explotados (gas); desde su funcionamiento se han evidenciado eventos de mareas rojas y mortalidades de peces, creando conflictos pesqueros en Puerto Bolívar.

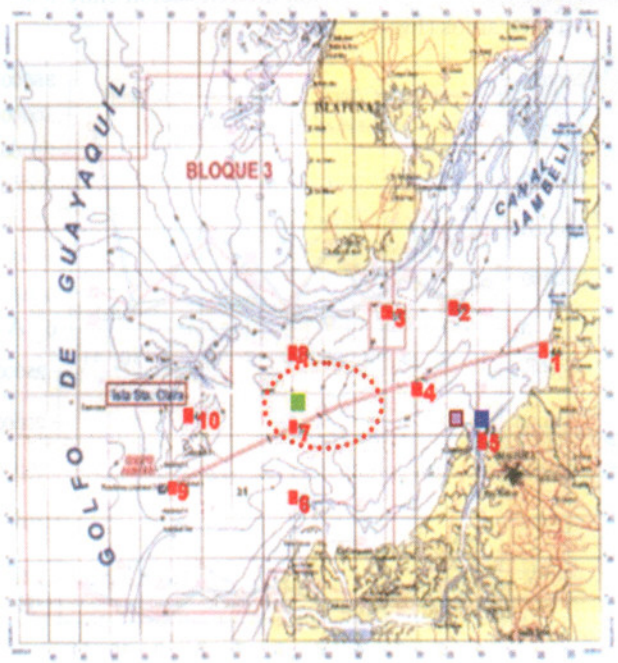


Figura 1. Area de Estudio y la Marcha de Marea Roja.
- Muestra enviada por Capitanía de Puerto Bolívar.
- Muestra enviada por la Compañía EDC.
- Muestreo realizado por la Boya de Mar.
- Muestreo realizado en Octubre 4/04.

Resultados

En agosto 26 del 2004 se registró el evento de marea roja al frente de la playa turística de Jambelí (área norte) y entrada del Canal Santa Rosa, con discoloración del agua de color café rojizo causado por el bloom de *Noctiluca scintillans* (1`142.757 cel/l), la duración aproximada fue entre 3 a 5 días. Las principales especies asociadas al bloom fueron *Thalassiosira sp.* y *Gymnodinium sp.* entre otras (Fig.2); *Ceratium dens, Alexandrium sp. y Ceratiun furca* presentaron bajas concentraciones celulares.

Durante este evento no se observó mortalidad de peces, pero en días previos entre el 10 al 12 de agosto se observó gran mortalidad de peces pelágicos *Cetengraulis mysticetus* (Chuhueco) hacia la desembocadura del estero Salinas, en la entrada del canal Santa Rosa y en el muelle turístico de Puerto Bolívar provocando malos olores y perdida paisajista.



Figura 2. Especies del Fitoplancton asociado al bloom de *Noctiluca scintillans* (cel/l) en agosto 2004.

En las muestras del 1 de septiembre (2004) colectadas en la Boya de mar al norte del archipiélago de Jambelí, las muestras presentaron un color rojo intenso (Foto 1) aunque durante el muestreo no se observó discoloración en el mar, la biomasa celular registrada para *Ceratium dens* fue entre 35.343 a 136.660 cel/l a las 7h00 y 11h00 respectivamente. Sin embargo las especies fitoplanctónicas de mayor densidad algal a las 11h00 fueron: *Gymnodinium sp.* (1`130.976 cel/l), lo que podría indicando indicios de marea roja, debido a que su densidad celular fue mayor a los rangos normales con un promedio (10 años) menor a 32.826 cel/l y un máximo < 424.629 cel/l (datos no publicados de la autora); entre otras especies frecuentes fueron *S. costatum* (751.628 cel/l), *L. danicus* (280.388 cel/l), *Coscinodiscus sp.* (160.222 cel/l).



Foto 1. Muestra de fitoplancton de color rojo en el sitio de muestreo y algunas algas nocivas.

En la muestra de septiembre 7 (2004), colectada en el área de cuarentena (parte central del Golfo), donde se evidenció la marea roja causada por el bloom de *Ceratium dens* (3473.039 cel/l) siendo mayor a la densidad reportada por Jiménez (1996) con 675.000 cel/l. Entre otras especies frecuentes fueron *Prorocentrum micans, Prorocentrum minimun, Ceratiun furca, Gymnodinium sp, Goniodoma poliedricum, Gonyaulas spinifer, Gonyaulax sp.* Posiblemente en estos días se intensificaba el evento de marea roja por *C. dens* con una amplitud aproximada de 2 kilómetros (com. pers. Ing Benítez).

Condición similar de marea roja ha sido reportada en junio 1986 por Jiménez (1996), causada por *M.rubrum* (840.000 cel/l) y *C. dens* (675 000 cel/l) con algunos kilómetros de longitud en el Golfo de Guayaquil sector Engunga. Los datos de nutrientes fueron relativamente bajos (fosfato 0.3 ug.at/l, nitrato 3.8; silicato 6.54 ug.at/l y nitrito 0.27 ug.at/l). Referencias de pescadores locales mencionaron que la marea roja fue observada hasta el 25 septiembre.

Después de 15 días de la marea roja intensa en el Golfo, los resultados del monitoreo del 3 y 4 de Octubre/04) con 11 estaciones (pleamar y bajamar), se comprobó que *C. dens* fue escasa en pleamar (<2356 cel/l) y ausente en bajamar.

La biomasa fitoplanctónica registró alta diversidad de especies lo que podría considerarse el reestablecimiento de condiciones normales (sin marea roja), registrándose 123 especies en bajamar y 84 especies en pleamar, estructurada en diatomeas céntricas (37 especies), diatomeas pennadas (28), dinoflagelados (42) y otros (16) en bajamar; 27,17,29 y 11 especies en pleamar respectivamente; sin embargo, la variabilidad de número de especies por estación presentó un promedio de 33 especies en bajamar y de 27 especies en pleamar (Fig.3).

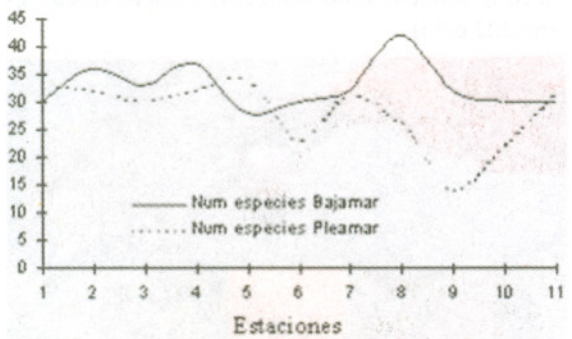


Figura 3. Distribución del número de especies en las dos fases de mareas. durante Octubre 2004.

La densidad algal fue variable en cada estación en ambas fases de mareas (bajamar y pleamar) y su incremento fue hacia las estaciones más internas 1,4,5 y las diatomeas pennadas fueron dominantes en la estación 11 (Fig.4). Sin embargo, las especies más abundantes de diatomeas (Fig.5) y dinoflagelados (Fig.6) también fue variable en ambas fases de mareas, serían indicadores de la sucesión de especies posterior al evento de marea roja de *C.dens*.

Entre los dinoflagelados *Gymnodinium* fue más abundante en el Golfo, este género ya tiene registros de causar eventos de mareas rojas (Jiménez, 1996), por consiguiente la dominancia de las especies de *Gymnodinium* podría asociarse a futuros eventos de mareas rojas.

Las condiciones ambientales posterior a la marea roja, en los datos de octubre, reportan alto contenido de nutrientes inorgánicos principalmente nitrato (entre 2 a 11 ug-at/l) y nitrito (1 a 7 ug-at/l) en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 5, con diferenciación entre los distintos sitios (Fig.7).

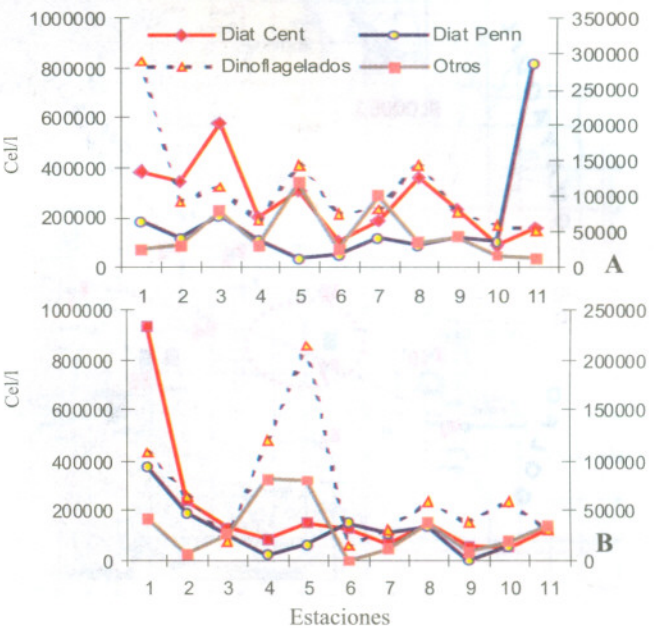


Figura 4. Distribución de las diferentes componentes del fitoplancton (cel/l)en Bajamar (A) y en pleamar (B), durante octubre 2004.

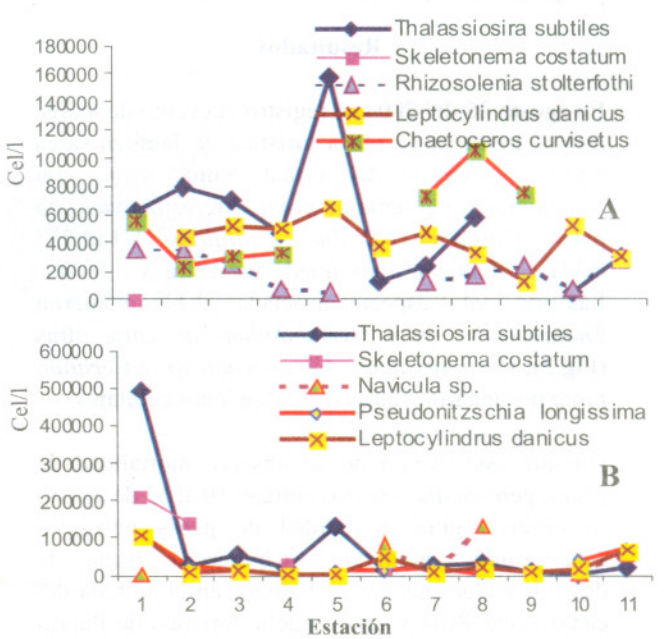


Figura 5. Distribución de las principales especies del fitoplancton (diatomeas), en bajamar (A) y en pleamar (B), durante octubre 2004.

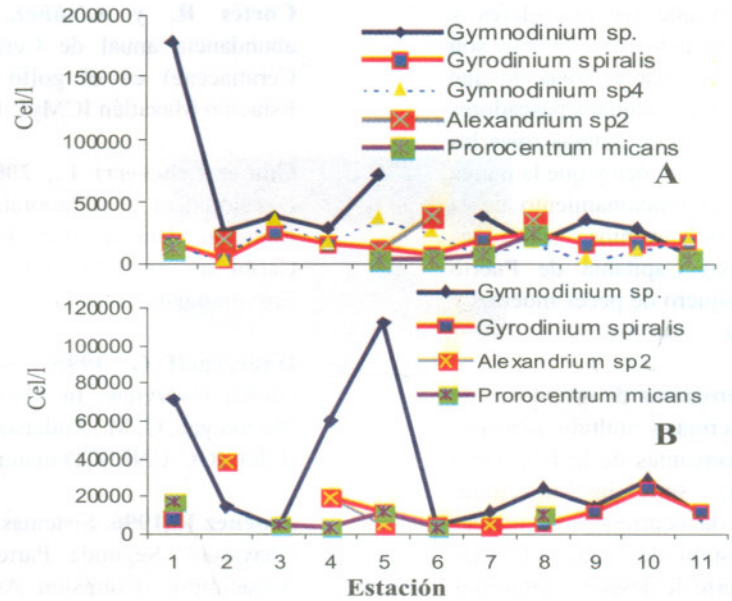


Figura 6. Distribución de las principales especies del fitoplancton (dinoflagelados), en bajamar (A) y en pleamar (B), durante octubre 2004.

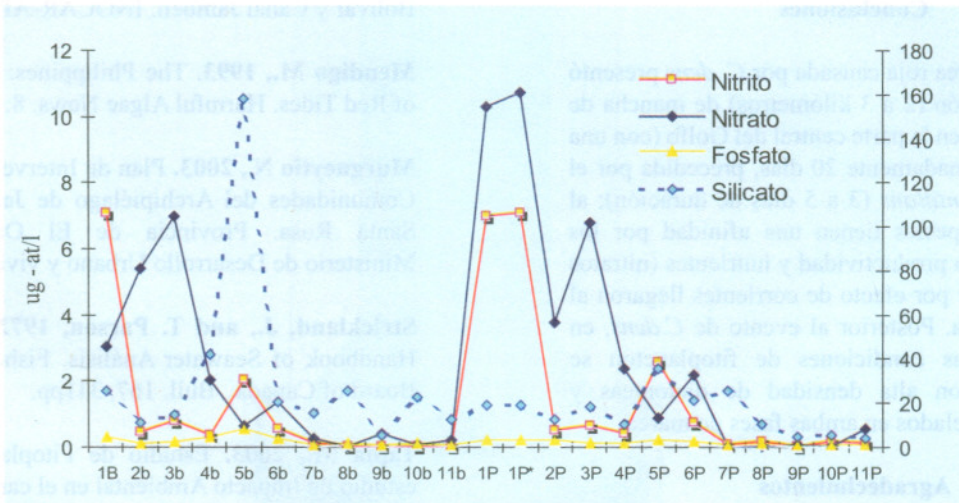


Figura 7. . Variabilidad de los nutrientes inorgánicos (ug-at/l) en las dos fases de marea B (Bajamar), P (Pleamar) durante octubre 2004

Discusión

Los dos eventos de mareas rojas (agosto 26 y septiembre 7) fueron protagonizados por dos especies diferentes en sitios muy cercanos. La alta concentración de nutrientes (nitrato y nitrito), estaría relacionada por la contaminación local que llega al archipiélago de Jambelí (Murgueytio, 2003). Sin embargo, en ambos casos las mareas rojas y peces muertos, fueron observados en el interior del Canal Santa Rosa, lo que estaría asociado al transporte por la dirección de las corrientes en el área (Lucero y Arreaga, 2003) que los trasnportó. lo que fue evidenciado durante el monitoreo realizado el 30 de agosto al 3 de septiembre (2004), en que no se observó mareas rojas, pero las muestras presentaron un color rojo intenso. Se desconoce el mecanismo ambiental que dio el origen al bloom y se tiene poco conocimiento sobre la dinámica de estos eventos en nuestro país. Tapia (2003), en el estudio ambiental realizado en julio 2003 en Canal Santa Rosa menciona que *N. scintillans* represento el 7%. Posiblemente las mareas rojas y la densidad representativa de *Gymnodinium y Alexandrium*, pueden haber sido ingresados al área de estudio por el aporte de agua de lastre de los buques y/o por la remoción de sedimentos superficiales por el dragado en el Canal Santa Rosa realizado a fines del 2003.

Mendigo (1993), menciona que los pescadores y vendedores dicen que sus recursos económicos son reducidos al 50% durante las mareas rojas, lo que concuerda con lo mencionado por algunos pescadores de Puerto Bolívar "la presencia de mareas rojas les reduce la pesca, los peces se esconden y que la marea roja los mata, que desde el funcionamiento de la Plataforma de gas estos eventos son más continuativos" (Reunión en Capitanía de Puerto Bolívar por el conflicto pesquero de peces muertos y mareas rojas, agosto 30/04).

La recomendación de un programa de monitoreo de especies asociadas a mareas rojas y multidiciplario en el Golfo de Guayaquil y cercanías de la Isla Santa Clara (Jiménez, 1996), son investigaciones necesarias en respuestas a la ocurrencia de mareas rojas y paralelas a la gestión de obras sanitarias costeras en disminuir el aporte de desechos sanitarios (nutrientes), lo cual genera un hábitat propicio para eventos de mareas rojas (Zingone y Enevoldsen, 2000; Hallegraeff, 1995).

Conclusiones

El evento de marea roja causada por *C. dens* presentó una gran extensión (2 a 3 kilómetros) de mancha de color rojizo café en la parte central del Golfo (con una duración aproximadamente 20 días, precedida por el bloom de *N. scentillans* (3 a 5 días de duración); al parecer estas especies tienen una afinidad por los ambientes de alta productividad y nutrientes (nitratos y nitritos); y que por efecto de corrientes llegaron al canal Santa Rosa. Posterior al evento de *C.dens*, en octubre 2004 las condiciones de fitoplancton se restablecieron con alta densidad de diatomeas y escasos dinoflagelados en ambas fases de marea.

Agradecimientos

Al Director y Jefe del Departamento de Ciencias del Mar del INOCAR por el interés y financiamiento del Proyecto de Mareas Rojas. Al Ing. Stalín Benítez por permitir nuestra participación en uno de sus monitoreos ambientales del EDC. A la Capitanía de Puerto Bolívar y personal del Buque ORION por el envió de muestras y apoyo logístico. A la Dra. Elena Gualancañay y Dr. Manuel Cruz por las sugerencias y correcciones de este artículo de difusión.

Bibliografía

Andersen P., 1996. Design and implementation of some Harmful algal Monitoring Systems. Intergovernmental Oceanographic Commission Technical series, UNESCO, 44.

Cortés R. y A.Núñez, 2000. Distribución y abundancia anual de Ceratium dens (Peridinales: Ceratiaceae) en el golfo de California, México. Estación Mazatlán ICMyL-UNAM. Revista 48, 2-3.

Gómez-Echeverri L., 2000. Climate change and Development. A collaborative Project of the UNDP Regional Bureau for Latin America and the Caribbean and the Yale School of Forestry & Environmental Studies.

Hallegraeff G. 1995. Harmful Algal Blooms: A Global Overview. In Manual on Harmful Marine Microalgae, G. M., Anderson, D. M., Cembella, A.D., (Eds): IOC-UNESCO manual and Guides, No 33.

Jiménez R.,1996. Sistemas biofísicos en el Golfo de Guayaquil. Segunda Parte: Biología, Ecología y Acuacultura. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la Republica (CAAM).

Lucero y Arriaga, 2003. Mediciones de Corrientes. EIA para el Dragado de Canal de Acceso a Puerto Bolívar y Canal Jambelí. INOCAR-APPB.

Mendigo M., 1993. The Philippines: Social aspects of Red Tides. Harmful Algae News. 8: 5 pp.

Murgueytio N., 2003. Plan de Intervención Integral: Comunidades del Archipiélago de Jambelí, Cantón Santa Rosa. Provincia de El Oro. MIDUVI. Ministerio de Desarrollo Urbano y vivienda.

Strickland, J., and T. Parson, 1972. A Practical Handbook of Seawater Análisis. Fisheries Research Board of Canada. Bull. 167, 311pp.

Tapia M., 2003. Estudio de Fitoplancton para el estudio de Impacto Ambiental en el canal de acceso a Puerto Bolívar, julio-2002. Informe INOCAR.

Torres G. 2003. Informe Preliminar de la calidad ambiental acuática asociada a la mortalidad de peces en el área adyacente a Puerto Bolívar en julio 3 (2003). Informes INOCAR.

Vargas-Montero M. y E. Freer, 2002. Descripción morfológica y ultraestructural de floraciones algales nocivas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica y su impacto en la salud. Rev. costarric. cienc. méd, dic. 2002, vol.23 (3-4): 115 -132.

Zingone A. and H. Enevoldsen, 2000. The Diversity of harmful algal blooms: a Challenge for science and management. Ocean & Coastal Management. 43: 725-748.

NUEVA DISTRIBUCIÓN DE MOLUSCOS MEIOBENTÓNICOS (GASTERÓPODA: FAMILIA CAECIDAE), EN LA COSTA ECUATORIANA, 2006

Por: Manuel Cruz [1]

Resumen

Del análisis de los resultados obtenidos en un muestreo realizado en la Plataforma Continental de la Provincia de Manabí desde Puerto Cayo hasta Salango y de un muestreo submareal realizado en la Puntilla de Santa Elena, Ecuador, se identificaron siete (7) especies de micromoluscos de la familia CAECIDAE: Elephantanellum con una especie E. liratocinctum. En el género Caecum se identificaron dos especies: Caecum bahiahondaense y Caecum californicum; dos especies parecidas: Caecum cf. orcutti, Caecum cf. septimentum y dos especies no fueron posibles identificarlas, quedando como Caecum sp. "a" y Caecum sp. "b".

En Puerto Cayo se encontró la mayor abundancia relativa y diversidad. De la bibliografía consultada la familia CAECIDAE con todos sus géneros no ha sido reportada antes de este trabajo para el Ecuador, por lo que estos reportes constituyen los primeros registros para la costa Ecuatoriana, ampliándose la distribución geográfica en el Pacifico Este, desde Baja California a Ecuador, además se dan a conocer las principales características taxonómicas de los dos géneros y las especies, así como sus medidas, la distribución anterior y la actual, incrementando así la biodiversidad marina ecuatoriana.

Palabras Claves: *Meiobentos, Moluscos, Gasterópoda, Caecidae, Costa Ecuatoriana , nueva distribución.*

Abstract

The analysis of the results obtained in a sampling made in the Continental Platform of the Province of Manabí, from Puerto Cayo to Salango and of the subtidal sampling made in the Puntilla de Santa Elena, Ecuador, seven (7) species of micromollusks belonging to family CAECIDAE were identified: Elephantanellum with one species, E. liratocinctum. In genus Caecum two species C. bahiahondaense y C. californicum were identified, two species with similarities, Caecum cf. orcutti, Caecum cf. septimentum and two species were not possible to identify them, staying as Caecum sp "a" and "b".

In Puerto Cayo was observed the greatest relative abundance and diversity. The CAECIDAE family with all the genus has not been reported for Ecuador before this paper, reason why these reports constitute the first registries for both genus and species mentioned in this work, extending themselves the geographic distribution in the Pacific East, from Baja California to Ecuador, therefore is very important to know the main taxonomic characteristics of the genus and the species, as well as their measures, the previous and the actual distribution, increasing the Ecuadorian marine biodiversity.

Key words: *Meiobenthos, Molluscs, Gastrópoda, Caecidae, Caecum, Elephantanellum, new distribution.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

La meiofauna es un grupo de invertebrados que miden entre 38 u a 1000 (u) micras, aunque algunos autores prefieren usar tamices con un diámetro de malla máximo de 500 micras. Como diámetro menor de retención del tamiz, algunos investigadores usan 38 u, otros 42 u y hasta 63 u (Pfannkuche, O. and H. Thiel 1992). En Europa los investigadores Belgas usan 38 micras, en el Reino Unido 42 micras y los norteamericanos 63 micras en el protocolo "Natural Geography In Shore Areas" (NaGISA).

La meiofauna vive en una amplia diversidad de ambientes, en el agua dulce, en áreas de estuarios y en el mar, así como en todos los tipos de sedimentos desde el lodo hasta el sedimento con grava y estar asociados a superficies con algas o con el hielo en los mares fríos de los polos, habiéndose reportado en la meiofauna representantes de 22 Phylum de los 33 que existen de invertebrados (Coull, Bruce, 1992).

Los gasterópodos del meiobentos están representados por 57 especies de Opistobranquios y 44 especies de Prosobranquios, las que son poco conocidos porque ocupan los microhabitats intersticiales del sedimento (Poizat, C. and P. M. Arnaud 1992).

Estudiar la meiofauna requiere de técnicas especiales como utilizar un box core que no deforma la superficie el fondo, luego obtener submuestras en una superficie de 10 cm^2, con profundidades de 10 cm. aproximadamente, fijar la muestra con formol caliente, reflotar la meiofauna con ludox, teñirla con rosa de Bengala, separar las especies y de acuerdo a la estructura de los grupos reemplazar el formol de los organismos por etanol de 75 grados y luego el etanol reemplazarlo por glicerina en el caso de los nematodos marinos, razón por la cual existe hasta el momento poca información.

El propósito de este trabajo tiene como finalidad reportar por primera vez, la presencia de esta Familia CAECIDAE, los géneros *Caecum y Elephantanellum*, y siete especies para aguas ecuatorianas ampliando la distribución de estos micromoluscos desde norte y centro América hasta Ecuador.

Se espera que con esta contribución al conocimiento de los moluscos gasterópodos del meiobentos, se incremente el inventario de la diversidad marina Ecuatoriana.

Área de Estudio

El área de estudio comprende Puerto Cayo y Salango en la Provincia de Manabí y la puntilla de Santa Elena en la Provincia el Guayas.

Las muestras de sedimento en la Provincia de Manabí, fueron recolectadas con draga Van Veen para realizar un estudio granulométrico y batimétrico para la confección de cartas náuticas del Instituto Oceanográfico de la Armada, por esa razón la abundancia de estos gasterópodos es relativa, no es real y no se ha considerado su densidad, pero si su presencia y existencia en aguas ecuatorianas. El otro sitio muestreado es la Puntilla de Santa Elena, donde se recolectaron sobre los sustratos rocosos submareales a 5 m de profundidad., dos organismos del género *Caecum* (Fig. 1).



Figura 1. Posición de las estaciones de la Familia CAECIDAE

RESULTADOS: De las muestras de sedimento de la Provincia de Manabí, se lograron recolectar seis microgasterópodos, que pertenecen dos géneros, *Caecum y Elephantanellum* de la familia CAECIDAE, los que se presentan en este trabajo. Los dos organismos obtenidos en la Puntilla de Santa Elena pertenecen al género *Caecum* y se ha preferido ponerlos como *Caecum sp. "a"* y *Caecum sp. "b"* porque sus características taxonómicas no coinciden con las especies investigadas.

Resultados.- De las muestras de sedimento de la Provincia de Manabí, se lograron recolectar seis microgasterópodos, que pertenecen dos géneros, *Caecum y Elephantanellum* de la familia CAECIDAE, los que se presentan en este trabajo. Los dos organismos obtenidos en la Puntilla de Santa Elena pertenecen al género Caecum y se ha preferido ponerlos como *Caecum sp. "a"* y *Caecum sp. "b"* porque sus características taxonómicas no coinciden con las especies investigadas.

Jerarquia taxonómica.

Filum Mollusca
Clase Gasterópoda
Orden Mesogastropoda
Familia CAECIDAE Gray, M.E., 1850
Géneros *Caecum* Fleming 1813
Especie *bahiahondaense* Strong & Hertlein, 1939
Especie *californicum* Dall W.H 1885
Especie *cf. septimentum* de Folin , 1867
Especie *cf. orcutti* (Dall, 1885)
Especies *"a"* y *"b"*
Género *Elephantanellum* Bartsch, 1920
Especie *liratocinctum* Carpenter, 1857

Familia CAECIDAE Gray, 1815

Los gasterópodos que están representando a la meiofauna son 44 especies de Prosobranquios y 57 especies de Opistobranquios (Arnaud *et al.*, 1986 en Poizat, C. and P. Arnaud 1992). Los Prosobranquios mesogastrópodos son pequeños, menores a 5 mm. de longitud, (Keen, M. 1971), de formas cilíndricas y con una sola abertura, generalmente circular, la que protege al organismo con un opérculo quitinoso que tiene núcleo central y es multiespiral. Su escultura puede ser lisa como en el genero *Fartulum*, con anulaciones fuertes como en *Caecum*, anulaciones finas como en *Micranellum*, con estrías longitudinales como en *Elephantulum* y con escultura reticulada como en *Elephantanellum*.

En el extremo posterior de la concha se observa el ápex que puede tener forma de gorra o en punta y su forma es importante para la identificación a nivel de especie. La forma y grosor de los anillos y de sus interespacios son también una característica principal que hay que considerarla.

La concha de forma tubular, se mide de la siguiente forma: La longitud de la concha corresponde a la altura del organismo y el diámetro de la abertura, que generalmente es circular, corresponde al largo y ancho del organismo. Su relación es otra característica muy importante.

Se observaron siete especies diferentes, de las cuales se identificaron tres a nivel de especie: *Elephantanellum liratocinctum, Caecum bahiahondaensis, Caecum californicum*, dos parecidas: *Caecum cf. orcutti , Caecum cf. septimentum* y dos a nivel de genero: *Caecum sp. "a" y Caecum sp. "b"* por no coincidir con las características taxonómicas de las especies investigadas.

En puerto Cayo se encontró la mayor abundancia y diversidad relativa de la familia CAECIDAE (Fig. 2).

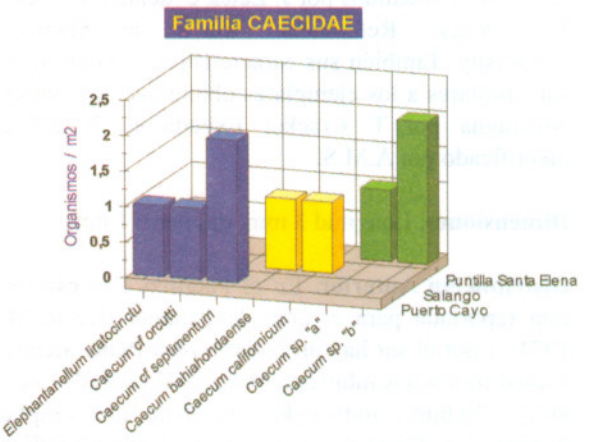


Figura 2. En Puerto Cayo se observaron dos géneros, la mayor diversidad y abundancia relativa de la familia CAECIDAE

Hábitat. Son de ambiente marino, se los ha encontrado entre los 5 a 30 m de profundidad en aguas ecuatorianas,

Distribución. Todos los géneros y especies reportados en este trabajo tienen una distribución desde Baja California hasta Panamá, no se ha encontrado reportes de géneros y/o especies de la familia CAECIDAE para aguas ecuatorianas.



Figura 3. *Caecum bahiahondaense.* Strong & Hertlein 1939

Descripción. Concha pequeña, cilíndrica, ligeramente curvada, escultura con anillos fuertes entre 18 a 21 anillos, (Keen, 1971. figura 451, pág. 395) es decir entre 6 a 7 anillos por milímetro. El grosor de los anillos es ligeramente mayor a sus interespacios. Ápex bajo.

Se encontró un solo ejemplar en Salango, Provincia de Manabí, a 14 m de profundidad en un sedimento de arena limosa. Este ejemplar ha sido comparado con las especies que existen en la Academia de Ciencias de California y es similar a los especimenes de Panamá obtenidos por J. Zetek e identificados por W. Clenck. Referencia: 46578 de Stanford University. También sus características taxonómicas son similares a los ejemplares obtenidos en Corinto, Nicaragua por T. Cracker Expedition. NYZS e identificado por A.M.S.

Dimensiones. Longitud 3 mm. diámetro 1 mm.

Distribución Anterior. En el Pacífico esta especie esta reportada para el área de Panamá (Keen, M. 1971) y por el sur hay un registro para Punta arenas, Chile(http://www.inbio.ac.cr/bims/k02/p06/c031/o0196/f01229.htm), indicando que tiene una amplia distribución. En el Pacifico noreste desde Canadá a Estados Unidos, esta especie no ha sido reportada (Turgeon, D. D. *et al.*,1988), tampoco para Hawai (http://www.manandmollusc.net/Mystery_shell_pages/moshe-mystery.html).

Distribución actual. En el Pacifico, desde Panamá, Ecuador hasta Punta Arenas en Chile.

Observaciones. Es el primer registro para aguas Ecuatorianas, ampliándose la distribución en la Provincia Panameña desde Panamá a Ecuador

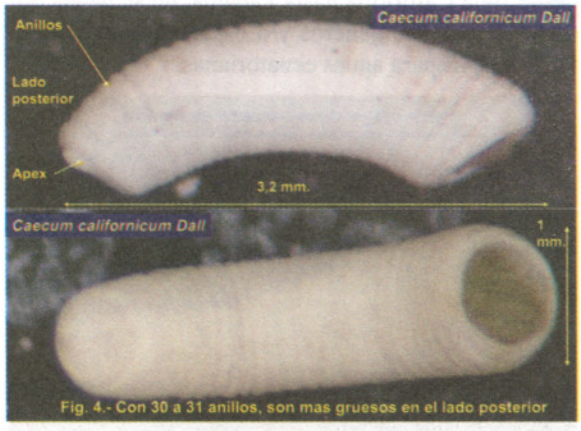


Figura 4. *Caecum californicum* Dall W.H 1885

De forma subcilíndrica, ligeramente curvada, su escultura posee mas o menos 30 a 31 anillos bien formados, los que son ligeramente mas gruesos y mas espaciados en su inicio y gradualmente van siendo mas finos hasta la mitad del organismo aproximadamente. En un milímetro hay entre 9 a 10 anillos. Su ápex es bajo y reducido como una punta pequeña bien formada. La longitud de la concha es más de dos veces que el diámetro.

Se encontró un solo ejemplar en Salango a 14 m en arena limosa, junto a *C. bahiahondaensis*. Esta especie comúnmente llamada "California Caecum" se la menciona solo para el Pacifico este de América del norte (Turgeon, D. D. *et al.*, 1988).

Dimensiones.- Longitud 3,2 mm., diámetro 1 mm.

Hábitat.- Son de ambiente marino, se los ha encontrado a 14 m. de profundidad en aguas ecuatorianas de la Provincia de Manabí.

Distribución Anterior. (Turgeon, D. D. *et al.*, 1988) la reporta para el Pacifico este de América del norte y como localidad California, mientras que para la Provincia ecológica Panameña o Panámica, Keen, M. (1971) reporta 20 especies del género *Caecum*, pero no menciona a *C. californicum*.

Distribución actual. En el Pacifico este, desde California a Salango, Ecuador.

Observaciones. Es el primer registro para aguas Ecuatorianas, ampliándose la distribución en la Provincia Panameña desde California a Ecuador.

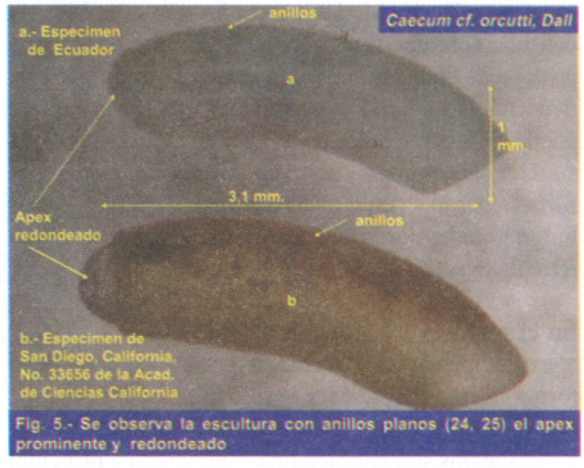


Figura 5. *Caecum cf. orcutti* (Dall, 1885)

De forma subcilíndrica, ligeramente curvados, su longitud es mas de dos veces su diámetro, su escultura posee mas o menos 24 a 25 anillos bajos que son mas anchos que los interespacios, los que son tan angostos que dan la apariencia de una escultura lisa. Posee 8 anillos en 1 mm. aproximadamente. Se

recolectó un solo organismo en Puerto Cayo a 9 m de profundidad en un sedimento de arena limosa.

Dimensiones. Longitud 3,1 mm., diámetro 1 mm. aproximadamente.

Hábitat. Son de ambiente marino, se los ha encontrado en la plataforma continental de Puerto Cayo a 9 m. de profundidad

Distribución Anterior. (Turgeon, D. D. *et al.*, 1988) la reporta para el Pacifico este de América del norte, mientras que para la Provincia ecológica Panameña o Panámica, Keen, M. (1971) no la menciona a *C. orcutti*

Distribución actual. En el Pacifico este, desde California a Puerto Cayo, Ecuador.

Observaciones. Es el primer registro para aguas Ecuatorianas, ampliándose la Distribución anterior.

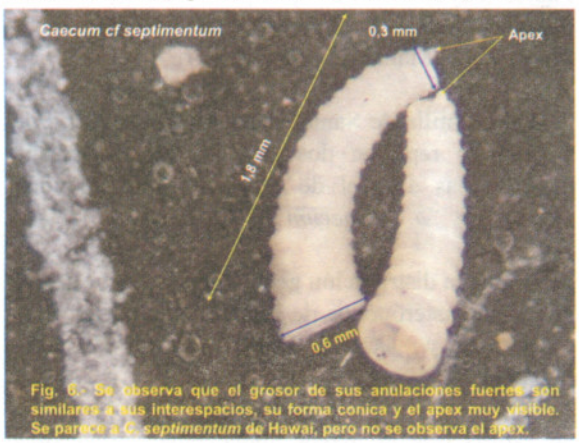


Figura 6. *Caecum cf. septimentun de Folin , 1867*

Se encontró un solo espécimen en Puerto Cayo, Provincia de Manabí, su forma subcilindrica a cónica es fuertemente arqueada, que presenta una escultura con 18 anillos fuerte con interespacios similares en grosor mostrando aproximadamente 10 anillos por milímetro.

Este espécimen tiene una forma similar a *Caecum septimentun* del área de Hawai en el Pacifico Norte. Según los ejemplares analizados en la colección de la Academia de Ciencias de California, existe la diferencia de que el ápex es casi plano dando la apariencia de que no tiene, mientras que el espécimen encontrado en Puerto Cayo el ápex es muy visible y delgado como un dedo.

De las 20 especies de genero *Caecum*, que han sido reportada para la provincia Panameña, *C. sptimentum* no ha sido reportada.

Medidas: Longitud 1,8 mm., diámetro posterior 0,3 mm., diámetro anterior 0,6 mm.

Distribución anterior. Hawaiian área

Distribución actual. Hawai a Ecuador.

Observación. Este es el primer registro para aguas ecuatorianas, ampliándose la distribución desde el Pacifico norte a Ecuador.



Figura 7. *Caecum sp "a"*

En Julio del 2006 se recolecto un ejemplar vivo de *Caecum sp.* a 5 metros de profundidad sobre el sustrato rocoso, de la Puntilla de Santa Elena, Ecuador. El ejemplar fue comparado con los de la colección de la Academia de Ciencias de California en julio del 2006 y se encontró una similaridad con los ejemplares obtenidos en Ecuador por D. Frizell con las referencias No. 52479, 52489 y 52481 que también están a nivel de género sin haberse realizado su identificación a nivel de especie.

El ejemplar obtenido en la Puntilla de Santa Elena, es de forma subcilindrica, de color café-claro, mide el doble de su diámetro con escultura circular presentada por anulaciones o anillos fuertes que posteriormente en su inicio el grosor es similar a sus interespacios, mientras que las anulaciones en su lado anterior son mas finas que sus interespacios y aproximadamente tiene unos 7 anillos por milímetro.

Su ápex de forma cónica con la base mas ancha tiene desplazamiento hacia el lado convexo.

Dimensiones.- Longitud 3,2 mm., diámetro 1 mm.

Distribución.- Puntilla de Santa Elena, Ecuador.

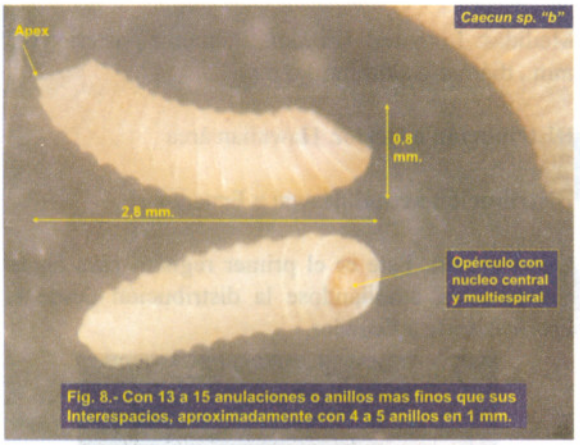


Figura 8. *Caecum sp. "b"*

En la Puntilla de Santa Elena, Ecuador se recolectaron dos ejemplares del genero *Caecum*, que no ha sido posible identificarlos a nivel de especie. Son de forma subcilíndrica, blancos, ligeramente curvados, con escultura circular, sus anulaciones o anillos son fuertes, pero su grosor es mas angosto que los ínter espacios. Se estima que posee en entre 4 a 5 anillos por milímetro. El opérculo es circular, de color café claro, quitinoso con núcleo central y multiespiral.

Dimensiones.- Longitud 2.8 mm., diámetro 0,8 mm.

Distribución.- Puntilla de Santa Elena, Ecuador.

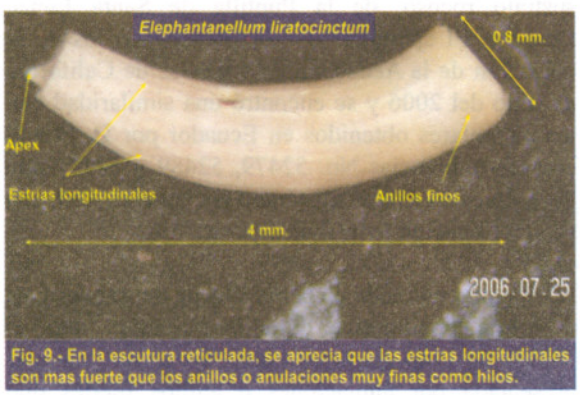


Figura 9. *Elephantanellum liratocinctum Carpenter* 1857

Discusión

De toda la bibliografía consultada y del análisis, comparación y estudio de los ejemplares existentes en la colección de Invertebrados de la Academia de Ciencias de California en Julio del 2006, hay reportes a nivel de especie de la familia Caecidae, pero para los ecosistemas de norte América y centro América. Los ejemplares colectados en Ecuador, están a nivel de género, no se encontró ninguno identificado a nivel de especie, por lo que fue necesario realizar muchas comparaciones y analizar detalladamente sus características taxonómicas.

Los reportes sobre la abundancia relativa para Puerto Cayo, Salango y Puntilla de Santa Elena no representan la abundancia real ni la densidad de la población, porque la metodología utilizada en la Plataforma Continental de Manabí, era para realizar estudios de la macrofauna bentónica, pero debido a la ausencia de reportes de esta familia para aguas ecuatorianas, se ha querido contribuir con esta investigación para incrementar la biodiversidad marina del Ecuador.

Conclusiones

En los resultados se reportan por primera vez para aguas Ecuatorianas siete (7) especies de micromoluscos meiobentónicos de la familia CAECIDAE: *Elephantanellum liratocinctum, Caecum cf. orcutti y Caecum cf. septimentum* para Puerto Cayo, mientras que para Salango *Caecum bahiahondaense y Caecum californicum* en la Provincia de Manabí.

Para la Puntilla de Santa Elena, en la Provincia del Guayas se reportan dos especies no fue posible identificarlas a nivel de especie, quedando como *Caecum sp. "a" y Caecum sp. "b".*

Se amplía la distribución geográfica de siete especies de micro gasterópodos de la meiofauna, desde Baja California y Centro América hasta Ecuador, Sudamérica.

Se estima que la mayor abundancia y diversidad relativa se encontró en Puerto Cayo, en la Provincia de Manabí.

Agradecimiento

A los directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada, especialmente al Sr. Director CPFR-UN Mario Proaño Silva por el apoyo brindado en la pasantía a la Academia de Ciencias de California y la realización de este trabajo.

A los Dres. Curadores Terry Gosliner, Garry Williams y Robert Van Syoc de la Academia de Ciencias de California, USA., por el apoyo y la confianza de permitirme tener acceso a toda la colección de invertebrados existente en la Institución.

Al Decano Ing. Geol. José Cuenca Vargas por su apoyo en la Universidad de Guayaquil.

A mi esposa Dra. Maria Luzuriaga V. de Cruz, por las

sugerencias realizadas a este trabajo y a los compañeros del laboratorio de Biología que me apoyaron incondicionalmente.

Bibliografía

Coull, Bruce C. 1992. Introduction to the Study of Meiofauna. Ecology of the Marine meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Revised and reprinted. Pp. 18-38

Higgins, Robert P. and Hjalmar Thiel (Editors) 1992. Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Revised and reprinted. Pp. 1 – 488.

Keen, M. 1963. Marine molluscan genera of western North America: An illustrated key. Stanford Univ. Press. 126 pp, 882 unnumbered figs (Feb. 14).

Keen, Myra 1971. Sea shells of Tropical West America. Marine molluscs from Baja California to Peru. Stanford University Press, Stanford California. Second edition. Pp. 1 – 1064.

Pfannkuche, Olaf and Hjalmar Thiel 1992. Introduction to the Study of Meiofauna. Ecology of the Marine meiofauna. Sample Processing. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Revised and reprinted. Pp.134-145

Poizat, Claude and Patrick M. Arnaud. 1992. Introduction to the Study of meiofauna. Gastropoda and Bivalvia. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. Revised and reprinted. Pp. 451–455

Turgeon, D. D., A. E. Bogan, E. V. Coan, W. K. Emerson, W. G. Lyons, W. Pratt, et al. 1988. Common and scientific names of aquatic invertebrates from the United States and Canada: mollusks. American Fisheries Society Special Publication 16. vii + 277.

Paginas Web visitadas

(http://www.inbio.ac.cr/bims/k02/p06/c031/o0196/f01229.htm),

http://www.manandmollusc.net/Mystery_shell_page3/moshe-mystery.html

MACROFAUNA BENTÓNICA EN LA ZONA INTERMAREAL Y SUBMAREAL EN CALETA AEOLIAN, ISLA BALTRA (GALÁPAGOS, ECUADOR).

Por: Francisco Villamar [1]
Manuel Cruz [1]

RESUMEN

Del análisis de las 14 estaciones en la zona submareal en Caleta Aeolian, Islas Galápagos, se identificaron 9 especies de moluscos, siendo la especie más abundante Pitar helenae. Los poliquetos fueron pocos frecuentes representados por la especie Nereis sp. de la familia Nereidae, Glycera sp. de la familia Glyceridae, Nepthys sp. de la familia Nepthyidae y Diopatra tridentata de la familia Onuphidae.

En la zona intermareal los resultados del análisis de las 7 muestras macrobentónicas se identificaron en total 24 especies de invertebrados y una especie de macro-alga Padina durvillea. En la zona rocosa el bivalvo Brachiodontes adamsianus y los Sipunculidos son los especimenes más abundantes. Los poliquetos se presentan con baja diversidad siendo Bocardia tricuspa la especie más abundante, de la misma manera el género Dasybranchus sp. y Aphrodita parva. Los crustáceos más frecuentes entre las rocas esta representado por Grapsus grapsus y poco frecuentes Oxius verreauxii, Porcellana sp., Calcino sp. (Ermitaño) y en la arena Ocypode gaudichaudii. Se presenta una tabla con valores de frecuencia relativa y figuras con la abundancia porcentual de las especies identificadas.

Abstract

Of the analysis of 14 stations in the subtidal zone in Aeolian Creek, Galápagos Islands, 9 species of mollusks were identified, being the species most abundant Pitar helenae. The polichaetos were few frequent represented by the species Nereis sp. of the Nereidae family, Glycera sp. of the Glyceridae family, Nepthys sp. of the Nepthyidae family and Diopatra tridentata of the Onuphidae family.

In the intertidal zone the results of the analysis of the 7 macrobentónicas samples 24 species in total of invertebrates and one species of macro-alga Padina durvillea were identified. In the rocky zone the bivalvia Brachiodontes adamsianus and Sipunculidos they are the specimens more abundant. The polichaetos appear with low diversity being Bocardia tricuspa the species more abundant, but of the same way the genus Dasybranchus sp. and Aphrodita parva. The most frequent crustaceans on the rocks is represented by Grapsus grapsus and few frequent Oxius verreauxii, Porcellana sp., Calcino sp. (Ermitaño) and in the sand Ocypode gaudichaudii. A table with values of relative frequency appears and figures with the percentage abundance of the identified species.

Palabras Claves: *Macrofauna, submareal, Intermareal, Caleta, Aeolian, Galápagos.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

Algunas especies de Poliquetos y bivalvos de las principales comunidades macrobentónicas de Annelidos, Crustáceos, Moluscos y Equinodermos del Archipiélago de Galápagos pueden ser utilizadas como indicadores ecológicos de los ecosistemas marinos y áreas intervenidas. Estas comunidades intermareales son afectadas a los cambios y fenómenos naturales que ocurren en el agua y los fondos marinos como por ejemplo los eventos de "El Niño", porque existe una relación muy íntima entre las comunidades; tipos de sedimentos que son sus hábitat y el medio acuático.

El grupo de los macro invertebrados bentónicos en la Isla Baltra, tienen un ambiente marino, viven en las playas de manera errantes o excavando los sedimentos, también los encontramos en las rocas entre ellos los poliquetos (gusanos marinos) que construyen tubos apergaminados y otros de características calcárea, tanto poliquetos, moluscos, crustáceos y equinodermos, como otros invertebrados prefieren vivir en la zona intermareal y algunos de ellos también en la zona submareal (bajo el limite de la bajamar). (Fauvel, 1925 - 1935)

Esta investigación tiene como propósito identificar y dar a conocer las especies de macro invertebrados bentónicos más comunes del área de la Caleta de Aeolian, Isla Baltra del Archipiélago de Galápagos, y conocer la actividad biológica de estos organismos marinos en la zona intermareal y submareal con la finalidad de determinar la composición, distribución y abundancia de cada uno de ellos y sus asociaciones existentes en la zona estudiada, como un marco referencial futuro que nos permita conocer los cambios para evaluar el impacto ambiental que puedan tener los hábitat de estos invertebrados marinos.

Antecedentes

La literatura científica referente a los estudios de los macro invertebrados bentónicos de la Isla Baltra del Archipiélago de Galápagos que pertenece ecológicamente a la Provincia Panámica es escasa o se encuentra dispersa en algunas bibliotecas nacionales e internacionales, de acuerdo a Monro (1933a, 1933b) los invertebrados marinos son abundantes en la zona intermareal, quien realizó el estudio taxonómico de los poliquetos sedentarios y errantes y otros identificados por el Dr. Crossland durante la expedición del S. Y. St. George en la región de Panamá y las Islas Galápagos.

Más tarde, Hartman (1939) reporta una lista de 8 especies de poliquetos bentónicos con muestras provenientes de las Islas Galápagos desde la línea de costa hasta las 65 brazas de profundidad, luego Wellington (1975) reporta para Galápagos 5 especies de poliquetos bentónicos. Asimismo Wellington (1975) y Martínez (1984) en sus investigaciones sobre la explotación del coral negro (*Antipathes panamensis*) en las Islas Galápagos, se realizaron observaciones de la distribución areal y el volumen aproximado de estos organismos comenzando con la ubicación de los mismos.

Señalando además de que existe un riesgo para estos organismos que viven a poca profundidad, accesibles mediante buceo libre, de la misma manera observó corales blancos (*Pocillopora sp.*) cuyas poblaciones sufrieron bajas numéricas en su población por efectos del "El Niño" (1982-83 y 1986-87).

Existen además, investigaciones sobre los "pepinos de mar" (Equinodermos: Holothuria) considerados como recurso comercial y que viven en poca profundidad, estos organismos se alimentan de sedimentos marinos, son poco abundantes en la zona intermareal y mas abundantes en el zona submareal. Por lo tanto la línea de costa interna y externa son áreas de alta sensibilidad para la biodiversidad marina costera en la provincia de Galápagos en donde viven también cangrejos de la especie *Grapsus grapsus*. (Wellington, 1975; 1984 y Martínez, 1984).

De la misma manera Grassle (1985) reporta 16 especies de poliquetos bentónicos capturados en las aberturas hidrotermales cerca de las Islas Galápagos en el Pacifico Este, con la ayuda del mini submarino "ALVIN" de la Wood Hole Oceanographic Institution.

En cuanto a los trabajos sobre "Contribución al conocimiento de los Organismos Perforadores de Maderas en la Isla Baltra, Archipiélago de Galápagos" se dan a conocer las especies de bivalvos que perforan madera en el medio marino existiendo seis especies como *Teredo furcifera*, *Teredo bartschi*, *Lirodus pedicellatus*, *Lirodus medilobata*, *Bankia gouldi y Bankia carinata*, de las cuales *Teredo furcifera* es la especie más abundante y frecuente.

También se identificaron los isópodo como Limnoria sp. infestando 3 tipos de maderas: Laurel, Tillo y Fernán Sanchez. Las especies encontradas en Baltra son las mismas que existen en Manta y Salinas (Ecuador), (Cruz, 1996).

Con los trabajos realizados por "Harbor Branch Oceanographic Institution Inc." en las expediciones durante los años 1986, 1995 y 1998, con la ayuda de un mini submarino para la recolección de las muestras bentónicas hasta los 1200 m. de profundidad, reportan la identificación de numerosas taxas y entre ellas también una lista de los poliquetos bentónicos en las diferentes islas del Archipiélago de Galápagos. (Pomponi, 1998).

Asimismo, Villamar (1999) realizó el estudio sobre la evaluación de la macrofauna bentónica en la Bahía Naufragio de la Isla San Cristóbal y encontró que los poliquetos estuvieron representados por los géneros: *Capitella sp., Nereis sp. y Tarix sp.*, siendo la familia *Sabellariidae* con la especie tubícula *Idanthyrsus pennatus* muy numerosos localizados en el área rocosa de la zona intermareal de la playa "Mann".

De acuerdo a Villamar, F. (2000), en las diferentes bahías y puertos de Galápagos sin incluir las playas de la Caleta Aeolian de la Isla Baltra se identificaron los organismos de fondo con el propósito de conocer la actividad biológica, este autor reporta 12 especies de poliquetos bentónicos que viven desde la zona intermareal hasta aguas más profundas denominadas submareales (más de 12 metros), asociados a 8 phylum de invertebrados más comunes como son los Porífera, Coelenterata, Molusca (Bivalvos, Gasterópodos y Poliplacóforos), Artrópoda (Pycnogónida, Crustácea), Briozoa, Equinodermata (Holoturoidea y Equinoidea) y Chordata (Hemichordata y Cephalochordata) (Cruz, 2000).

Los reportes de los Moluscos e invertebrados marinos más comunes fueron estudiados en cinco islas del Archipiélago de Galápagos, durante el primer crucero insular del B/I Orión, siendo los gasterópodos los más abundantes y con mayor diversidad, siendo el género *Micranellum sp.* el más dominante en la isla San Cristóbal. Cruz (2000).

Dos años más tarde Cruz, Manuel (2002) Reporta los macroinvertebrados marinos más comunes de la zona intermareal de diez islas en el Archipiélago de Galápagos, identifica 37 especies de las cuales 27 pertenecen al Filum de los moluscos, siendo este grupo el que posee la mayor diversidad, de los cuales: *Plicopurpura columellaris y Nodilittorina galapagensis* son los gasterópodos más comunes y abundantes, mientras que en los bivalvos *Brachidontes puntarenensis y Saccostrea palmula* son las más frecuentes y comunes de la zona intermareal, así como el poliplacóforo *Chiton sulcatus y Acanthochitona hirudiniformis*, son relativamente escasos.

Materiales Y Métodos

Los lugares estudiados comprenden la zona intermareal y submareal en Caleta Aeolian, Isla Baltra, Galápagos.

Para este estudio se obtuvieron muestras en 14 estaciones submareales y; 7 estaciones en la zona intermareal repartidas en 3 estaciones en la zona arenosa (2-3-4-) y 4 estaciones del área con rocas (1-5-6-7). (Fig. 1)

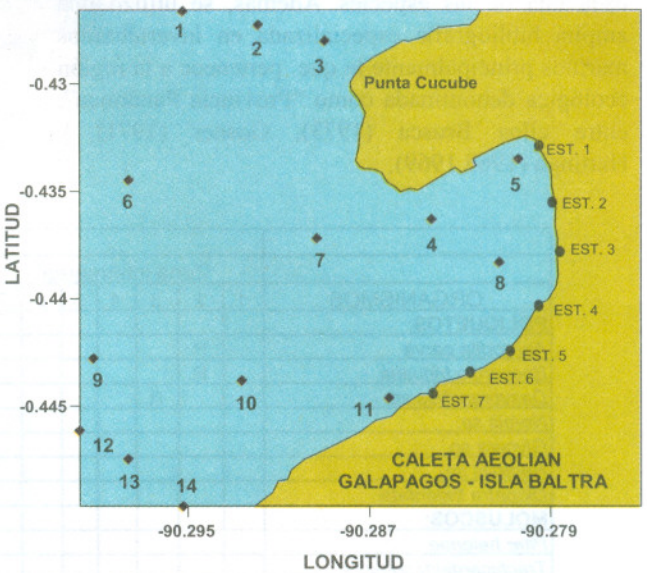


Figura 1. Area de Estudio de Estaciones Intermareales y Submareales

Para la obtención de las muestras de sustratos para el estudio de los organismos bentónicos tanto en la zona arenosa como rocosa se aplicó el método de James M. (2000), utilizando una espátula y un cuadrante metálico de 25 cm x 25 cm. Para el muestreo de los sustratos submareales arenosos (de profundidad) en la Bahía Aeolian, se utilizó una draga tipo Van Veen que tiene una capacidad de 0.1 m^3 y área de superficie de mordida 1/25 m^2.

Dado que el tipo de muestreo es para fines de estudio cualitativo y cuantitativo, la abundancia relativa de los organismos capturados en la arena y rocas, están relacionados directamente con el área del cuadrante y draga utilizada respectivamente.

Se realizaron observaciones de las poblaciones de los organismos invertebrados en la zona intermareal y se tomaron muestras de macroalgas tanto en las rocas como en las playas. Las muestras de sedimento que contenían los organismos marinos, fueron lavadas con agua de mar y tamizadas a través de tamices con abertura de malla de 4 - 2 y 1 mm respectivamente.

Todos los organismos capturados en las playas y rocas fueron preservados y fijados con formol al 8%, neutralizado con Tetraborato de Sodio. En el laboratorio los organismo blandos que se encontraban en el sustrato fueron separados previamente coloreados con "Rosa de Bengala", además se utilizó pinzas de punta fina aceradas y con la ayuda de un estéreo microscopio de 100 aumentos y un microscopio de 1000 aumentos, sirvieron para observar las características taxonómicas propias de cada una de las especies. Además, se utilizó una amplia bibliografía especializada en invertebrados marinos principalmente la que pertenece a la región ecológica denominada como "Provincia Panámica", entre ellos Brusca (1973), Gosner (1971) y Hartman (1968,1969).

Resultados:

El estudio corresponde principalmente a la zona intermareal y submareal, para lo cual se dan los siguientes resultados:

En la zona intermareal, todos los invertebrados identificados en el área de estudio fueron capturados vivos, participando de los sustratos tipo arenoso y rocosos, siendo los más numerosos en la zona rocosa, lo que identifica su preferencia y hábitat marino costero en la zona intermareal con alta concentración de oxígeno, por las fuertes olas que llegan a las playas y las rocas.(Tabla 1).

	ESTACIONES																			
	Zona intermareal							Zona submareal												
ORGANISMOS	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
POLIQUETOS:																					
Aphrodita parva		R																			
Boccardia tricuspa		R																			
Dasybranchus sp.			R																		
Nereis sp.									R					R							
Glycera sp.								R	R					R						R	
Nepthys sp.								R								R					
Diopatra tridentata								R								R					
MOLUSCOS:																					
Pitar helenae									F		F	MA		R		R					F
Trachicardium consors								R			A	R				R					R
Tellina amianta								R			R		R								R
Mysella sp.								R													R
Cardioma costata																				R	
Dosinia sp.																					R
Acteocina sp.												R									
Policines hacketti																					R
Acanthina brevidentata							R														
Nerka scabricostata						R															
Phanaxis planiscostatus							R														
Plicoporpura pansa							R														
Onchinella steindachneri					R	R	R														
Tripsycha sp.							R														
Crepidula aculeata						R															
Fissurella sp.	R				R																
Diodora sp.							R														
Chiton stokessi							R														
Acanthochitona hirudiniformis					R	R	R														
Brachiodontes adamsianus					R		R														
Ostrea palmula	R																				
CRUSTACEOS:																					
Oxius verreauxii					R																
Grapsus grapsus	R				R	R	R														
Ocypode gaudichaudii		R	R	R																	
Porcellana sp.	R																				
Calcinus sp.(Ermitaño)	R				R																
EQUINODERMOS:																					
Eucidaris thouarsii	R					R															
Holothuria lubrica	R						R														
SIPUNCULIDOS:		R	R																		
MACRO ALGAS:																					
Padina durvillea	R				R	R	R														
TIPO DE SUSTRATO:	roc	are	are	are	roc	roc	roc	are	are	are	are	are	are	are	are	are	are	are	are	are	are
R = RARO 1 - 10 : F = FRECUENTE 11 - 25 : A = ABUNDANTE 26 - 50 : MA = MUY ABUNDANTE + DE 51																					

Tabla 1.- Estudio del Macrobentos en Caleta Aeolian (Baltra - Galapagos) Septiembre del 2006

A partir de los valores cuantitativos obtenidos (presencia por estaciones) se identificó dos grupos de especies: el primero en el sector rocoso caracterizado por presentar especies que prefieren áreas protegidas y otro grupo situado en el sector de la playa tipo arenosa.

En el sector rocoso existe la mayor diversidad con 12 especies, disminuyendo la densidad de organismos a medida que se acerca a la zona de las playas o se aleja del margen de la zona húmeda.

La presencia de moluscos como *Acanthochitona hirudiniformis y Onchidella steindachneri*. Además en esta misma zona rocosa los moluscos *Chiton stokessi y Ostrea palmula* y, el equinodermo *Eucidaris thouarsii y Holothuria lubrica.* (Tabla No.1).

En la zona intermareal en los sustratos arenosos los poliquetos bentónicos representados en pocas estaciones con baja diversidad *Bocardia tricuspa* la especie mas abundante, de la misma manera el género *Dasybranchus sp. y Aphrodita parva* especies ya reportadas para el área de Galápagos y Baja California (Hartman, 1939).

La distribución de los poliquetos bentónicos en esta área están asociados a las características de los sustratos arenosos, pertenecen a ambientes marino costero. Se observó que las especies de poliquetos (gusanos) aquí identificadas son relativamente más pequeñas que las reportadas por otros autores. (Hartman,1939).

En el área de estudio fueron los moluscos los que se presentan con mayor diversidad de especies están representados por bivalvos, gasterópodos y poliplacóforos encontraron vivos en las rocas lo que indica que el ambiente es propicio para el desarrollo de este importante grupo taxonómico.

Los crustáceos frecuentes entre las rocas representados por *Grapsus grapsus* y poco frecuentes *Oxius verreauxii, Porcellana sp., Calcino sp.* (Ermitaño) y, en la arena *Ocypode gaudichaudii.* (Tabla No. 1).

En la zona submareal como resultado del análisis de las 14 estaciones estudiadas en la isla Baltra en la zona submareal, se identificaron nueve especies de moluscos de los cuales seis especies son bivalvos y tres gasterópodos
(Tabla No. 1).

La mayoría de los moluscos identificados son juveniles, principalmente del bivalvo *Pitar helenae*, que es la especie más abundante en el área, representado por el 80,5 % del total de los moluscos analizados. (Fig. 2).

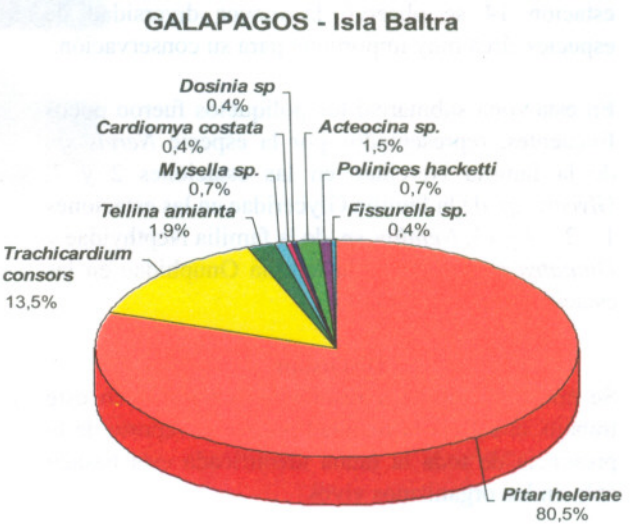


Figura 2. De las 14 estaciones estudiadas, el bivalvo *Pitar helenae* con el 80,5 % fue la especie más abundante y, el gasterópodo Acteocina sp. el 1,5 %.

De todos los sustratos arenosos analizados en las estaciones programadas, se observó que la mayor abundancia relativa de los moluscos estuvo en la estación 5, representando el 65,9 % de todos los organismos identificados. (Fig. 3).

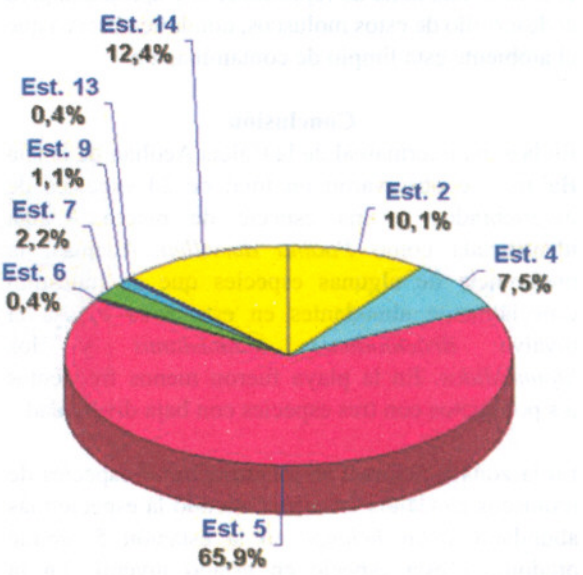


Figura 3. En la zona submareal, en la estación No. 5, se observó la mayor abundancia relativa de los moluscos

De la gran cantidad de conchas fragmentadas predominan los juveniles, principalmente de *P. helenae* en la estación 5 donde su presencia fue muy significativa, podría considerarse que es un área apropiada para su reproducción, debería protegérsela para evitar su deterioro por la contaminación. En la estación 14 se observó la mayor diversidad de especies, área muy importante para su conservación.

En esta zona submareal los poliquetos fueron pocos frecuentes, representados por la especie *Nereis sp.* de la familia Nereidae en las estaciones 2 y 7, *Glycera sp.* de la familia Glyceridae en las estaciones 1 – 2 – 7 y 13, *Nepthys sp.* de la familia Nepthyidae y *Diopatra tridentata* de la familia Onuphidae en las estaciones 1 y 9. (Tabla 1)

Discusión

Se considera que los resultados obtenidos en este trabajo, si refleja la realidad porque el reporte de la presencia de toda la fauna identificada esta basada solo en los organismos vivos.

La mayor diversidad observada sobre el sustrato rocoso, representada por los moluscos, refleja que la mayor protección y alimentación y hábitat es mucho mejor que en la zona intermareal de fondos arenosos, donde predominan otros grupos con especialidad de ser excavadores como los poliquetos bentónicos.

La presencia de los moluscos bivalvos en estado juvenil en la zona infralitoral estudiada confirma que el área es una zona de reproducción y apropiada para el desarrollo de estos moluscos, donde se observó que el ambiente esta limpio de contaminación.

Conclusión

En la zona intermareal de la Caleta Aeolian de la isla Baltra, se observaron un total de 24 especies de invertebrados y una especie de macro - alga identificada como *Padina durvillea*. Además, la preferencia de algunas especies que se muestran especialmente abundantes en esta zona rocosa el bivalvo *Brachiodontes adamsianus* y los *Sipunculidos*. En la playa fueron menos frecuentes los poliquetos con tres especies con baja diversidad.

En la zona submareal se identificaron 9 especies de moluscos en Caleta "Aeolian" siendo la especie más abundante *Pitar helenae* en la estación 5, donde predominó esta especie en estado juvenil. En la estación 14 se observó la mayor diversidad de especies. Son sitios donde debería protegerse y conservarse para evitar un impacto al recurso malacológico en las estaciones 5 y 14.

La poca biomasa de poliquetos bentónicos en el área de estudio se debe a que el área de estudio se encuentre recuperándose debido al impacto generados durante los últimos eventos "El Niño" 1997 - 98, y las condiciones oceanográficas "inestables" existentes desde el 2000 al 2005 además por la poca disponibilidad de materia orgánica o la depredación por parte de peces bentónicos que viven en el área de estudio.

Lo mayoría de los invertebrados marinos fueron capturados participando del área protegida por las rocas, lo que identifica su hábitat de preferencia con alta concentración de oxígeno y baja concentración de materia orgánica.

No se encontró especies consideradas como indicadoras de contaminación por detritos orgánicos lo que significa que no se evidenció contaminantes de origen antropogénico en el área de estudio.

Agradecimiento

Los autores expresamos nuestro agradecimiento al Sr. Director del INOCAR CPFG EM Mario Proaño Silva, al TNNV SU Aurelio Aldás Gordillo, Jefe del Departamento de Ciencias del Mar, por todo el apoyo brindado para la publicación de este trabajo científico.

Bibliografia

Brusca, R.. 1973. A handbook to the common intertidal invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press: 1- 427.

Cruz, Manuel. 1996. Contribución al conocimiento de los Organismos Perforadores de Maderas en la Isla Baltra, Archipiélago de Galápagos, Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. 8 (1) : 75 - 85.

Cruz, Manuel. 2000. Moluscos e invertebrados marinos más comunes en cinco islas del Archipiélago de Galápagos, durante el primer Crucero Insular del B/I Orión. Acta Oceanográfica del Pacifico, Inocar, Ecuador, 10 (1): 105 – 107

Cruz, Manuel. 2002. Especies de moluscos y grupos de invertebrados marinos intermareales más comunes de las Islas Galápagos, durante el tercer Crucero Insular del B/I Orión, Marzo del 2001 Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 11, No. 1

Mair, James., Elba Mora, Manuel Cruz, Alba Calles, María Arroyo y Daisi Merino. 2000. Guía de Campo para la Colección y Preservación de invertebrados marinos. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot - Watt University. : 1 – 78 p.

Martínez, P. 1984. Investigaciones sobre la explotación del coral negro (*Antipathes panamensis*) en las Islas Galápagos, Ecuador. 6 (3):

Monro, C.C.A.- 1933a. The polychaeta Errantia Collected by Dr. Crossland at Colon in the Panama Region and the Galápagos Island During the Expedition of the S.Y. st. George. Procceding of the zoological Society of London: 1-96

Monro, C.C.A.- 1933b. The polychaeta Sedentaria Collected by Dr. Crossland at Colon in the Panama Region and the Galápagos Island During the Expedition of the S.Y. St. George. Procceding of the Zoological Society of London: 1039

Pomponi, S. ,Reed, J., Rinehart, K. ,.- Expedition to Galapagos Island, Cocos Island, and Pearl Islands. (1986, 1995, 1998). Harbor Branch Oceanografic Institution, INC. Biomedical Marine Research. Informe de avance de los resultados. (no publicados)

Villamar, Francisco. 1999. Estudio de la Macrofauna Bentónica en la Bahía Naufragio, Galápagos. Trabajo presentado en la XXIII Jornada de Biología, Nov/99, Cuenca, Ecuador.

Villamar, Francisco. 2000. Estudio de la distribución y diversidad de los poliquetos bentónicos en las Islas Galápagos, Sept./Oct. de 1999. Acta Oceanográfica del Pacifico, INOCAR, Ecuador, 10 (1): 119 – 125

Wellington, G., 1975. Ambientes Marinos Costeros de Galápagos. Trad. J. Black. Inf. Al Dpto. de Parques Nac. y Vida Silvestre. Quito: 1-222 p.

----------.-1984. Estructura poblacional de la zayapa de Galápagos *Grapsus grapsus* (Crustácea: Decápoda, Brachyura) y el impacto humano sobre esta especie. Inf. al Dpto. de Parques Nac. y Vida Silvestre.

POLIQUETOS Y MOLUSCOS MACROBENTONICOS DE LA ZONA INTERMAREAL Y SUBMAREAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS, (MONTEVERDE, ECUADOR).

Por: Francisco Villamar[1]
Manuel Cruz[1]

Resumen

Se analizaron 5 estaciones en los sustratos arenosos de la zona intermareal de Monteverde y se identificaron los invertebrados representados por poliquetos relativamente escasos Nephtys singularis y Neanthes succinea. Entre los moluscos el gasterópodo Olivella semistriata es la única especie que predomina en el limite de la bajamar en un sustrato arenoso, relativamente limpio.

En la zona infralitoral o submareal se analizaron 15 estaciones, como resultado se identificaron 19 especies de moluscos siendo la clase bivalvia o Pelecypoda la más abundantes con las especies Nuculana acrita y Nucula paytensis. De los gasterópodos el género más abundante y frecuente fue Cylinchna sp. y, de los Escafópodos el género Fustiaria sp.

En la estación 14 se observó la mayor riqueza malacológica, todas las especies son propias de la plataforma continental, tienen una amplia distribución a lo largo de la costa ecuatoriana por lo que no representan ser amenazadas sus poblaciones en el área de Monteverde.

Entre los poliquetos bentónicos la especie Lumbrineris bassis es la más representativa del área y se la encuentra normalmente en sustrato limo arenoso. Se presentan figuras de abundancia relativa, presencia porcentual, frecuencia, diversidad y riqueza en el área de Monteverde.

Abstract

Five stations of the sandy substrates of the intertidal zone belong to Monteverde were analyzed and were identified represented by relatively few poliquetos like Nephtys singularis and Neanthes succinea. Among the mollusks the gasterópoda Olivella semistriata is the species that predominates in limits of the low tide in a sandy substrate relatively clean.

In the subtidal zone 15 stations were analyzed, as result 19 species of mollusks were identified being the class bivalvia or Pelecypoda the most abundant with their species acrita Nuculana acrita and Nucula paytensis. Of the gasterópoda the most abundant and frequents genus was Cylinchna sp. and, of the Escafópoda the genus Fustiaria sp.

Among the benthónic polichaetos, the species Lumbrineris bassis is most representative of the area and the sandy slime is normally in substrate. Figures of relative abundance appear, is present at percentage, frequency, diversity and richness in the area of Monteverde.

Palabras Claves: *Poliquetos, moluscos, intermareal, submareal, Guayas, Monteverde.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

Uno de los grandes grupos de comunidades del mar es el bentos, constituido por organismos tanto vegetales como animales que viven relacionados con el fondo del mar, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él, desde el límite de la pleamar hasta los fondos de las fosas más profundas (Brusca, 1973).

Bajo la denominación de "bentos" se incluyen los seres que viven en estrecha relación con el fondo marino, tanto vegetales (fitobentos) como animales (zoobentos). Los organismos bentónicos que habitan sobre la superficie del sustrato son llamados epibiontes (epiflora y epifauna) y pueden vivir fijos al sustrato, otros pueden caminar sobre él, arrastrarse, o nadar en sus inmediaciones (nectobentos); el término epibiosis, a pesar de su sentido general, se emplea casi exclusivamente para los sustratos duros. El término hiperbentos se define a la comunidad de organismos que son retenidos con malla de 1 mm de diámetro, clasificados como merohiperbentónicos aquellos que se encuentran en estadíos larvales o juveniles y de adultos formando parte del Necton. Los organismos epibentónicos o endobentónicos y los holohiperbentónicos pasan todo su ciclo de vida como parte de esta comunidad (Guartatanga, S. *et al.,* 2003).

El seguimiento temporal de las comunidades bentónicas marinas costeras se utiliza comúnmente como una aproximación para la valoración de los impactos ambientales (Tena, J. *et al.,* 1993). A menudo son los componentes de la macrofauna los que se cuantifican para indicar el estado de salud ambiental, debido a que dichos organismos son relativamente sedentarios, tienen ciclos vitales largos y exhiben diferentes grados de tolerancia a los cambios climáticos. En la mayoría de los trabajos que versan sobre la macrofauna bentónica, se estudian modelos de distribución. En este sentido, las relaciones animales – sustratos también pueden investigarse a partir de hipótesis basadas en la abundancia de grupos alimentarios de la macrofauna intermareal (Tena, J. *et al.,* 1993).

La importancia del estudio de las comunidades macrozoobentónicas está en que pueden ser consideradas como indicadoras de zonas intervenidas o contaminadas por materia orgánica o por su posición con relación al substrato existente, estas comunidades zoobénticas son sensibles a los cambios que ocurren en los diversos tipos de fondos, de esta manera se tiene antecedentes de lo que existe en los sedimentos marinos y estuarinos por las actividades realizadas en el área de estudio, para determinar si existe relación entre la presencia de los organismos bentónicos y la calidad de los diferentes tipos de sedimentos existentes. Además, los organismos bénticos infaunales se encuentran organizados estructural y funcionalmente en base a gradientes de enriquecimiento orgánico, siendo la disponibilidad de alimento uno de los factores que ayudan a la composición y distribución faunística del bentos influenciado por la interacción de los factores ambientales como la contaminación por efluentes costeros.

Por su gran importancia que tiene la macrofauna se ha querido contribuir dando a conocer por primera vez, las especies de poliquetos y moluscos que existen en el área de Monteverde en la provincia del Guayas.

Antecedentes

Trabajos realizados y publicados sobre la macrofauna bentónica en la zona de Monteverde son escasos, por lo tanto no se puede realizar un estudio comparativo durante un tiempo determinado que defina la relativa abundancia y biodiversidad de los organismos existentes en los sustratos arenosos del área de Monteverde.

Algunos trabajos publicados sobre organismos bentónicos en la costa ecuatoriana fueron realizados frente a la Isla Puná y en la Isla Santa Clara, especialmente sobre poliquetos bentónicos, identificados por Hartman, O. (1939) con la descripción de 4 especies únicas para el área de estudio.

Hofftetter (1952), reporta una lista de los moluscos subfósiles de los estanques de sal de Salinas (Ecuador) recreando el ambiente que existió en Salinas en base a las especies encontradas como *Ostrea palmula* manifestando que en Salinas existió un ambiente estuarino. Un trabajo clásico muy consultado que incluye al Ecuador es el de Keen, M. (1971), quien realizó un muestreo bentónico en el Pacífico Este, nombra de norte a sur, Manglaralto, Salango, Bahía de Santa Elena, etc. y no menciona el área de Monteverde ni Ayangue.

Los principales estudios realizados por investigadores ecuatorianos sobre organismos que componen la macrofauna en el área submareal de la costa ecuatoriana son del Golfo de Guayaquil y Esmeraldas, trabajos que comprenden la identificación y distribución de los organismos macroinvertebrados principalmente moluscos y poliquetos (gusanos). Así tenemos que Cruz, M. (1977), reporta para el área de

Esmeraldas, "Bivalvos de la Plataforma Continental de la Región Norte de Ecuador", la identificación de 56 especies de bivalvos presentados por 26 géneros y 18 familias, las que se relacionan con el tipo de sedimento y la profundidad a la que se encuentran. El mayor número de organismos encontrados pertenecen a las familias Nuculanidae y Corbulidae con sus respectivos géneros *Nuculana y Corbula* respectivamente.

Cruz, M. (1983), identifica y describe 75 especies de moluscos bentónicos, siendo reportados por primera vez para el área 25 especies. Se da a conocer sus dimensiones y una breve apreciación de cada una de las especies. Se presenta un mapa de localización del área y las estaciones que comprende el Golfo de Guayaquil Interior.

Villamar, F. (1983), realiza un Catálogo de los principales poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Da a conocer 37 especies de poliquetos bentónicos, distribuidos en 18 familias y 27 géneros de los cuales 18 especies son conocidas para el Este del Pacífico y 31 para el resto de la costa ecuatoriana. Además, describe las 37 especies de poliquetos bentónicos y una nueva especie para la ciencia. Encontró variaciones morfológicas de las especies estudiadas, las mismas que fueron señaladas en la respectiva diagnosis. En el mismo año, Cruz, M. y F. Villamar, (1983), amplía la distribución biogeográfica de la estrella de mar *Platasteria Latirradiata*, encontrada en las playas de Villamil, especie considerada como fósil viviente, la misma que ha sido reportada solo en el Pacífico Litoral Mexicano y Centroamericano. Se hace un estudio comparativo de la morfología externa y se concluye que es similar a las reportadas por científicos de México. Se incluye una tabla con las medidas taxonómicas y fotografías.

Asimismo, Villamar, F. (1986), identifica 11 especies de poliquetos para el canal del Morro. Hace una comparación taxonómica y la distribución en el área del Golfo de Guayaquil. Tres años más tarde se mencionan 13 especies de poliquetos (gusanos) que fueron identificados en el área del Canal de Jambelí y el Morro (Golfo de Guayaquil). Se discute su relativa participación de las especies identificadas en los fondos estuarinos y se presentan mapas de distribución en el área de estudio. (Villamar, F. 1989)

Mora, E. (1990), publica "Catálogo de los bivalvos Marinos del Ecuador" contribuyendo de esta manera con la sistemática y distribución de las principales especies de moluscos identificados en la costa ecuatoriana. Aunque se han estudiado también en el Golfo de Guayaquil, así tenemos que Cruz, M. (1992), da a conocer la distribución de los moluscos bivalvos en el área con sus principales características ecológicas y las relaciona con el tipo de sedimento, profundidad y hábitat para determinar si son de ecosistemas marinos, estuarina y barreras ecológicas. La mayor diversidad de especies de Bivalvos los encontró en el Estero Salado inferior y al oeste de la Isla Puná, donde predomina el sedimento arenoso, mientras que la menor diversidad y mayor pobreza se la observó en los canales de Jambelí y Cascajal en donde predominan los limos arcillosos provenientes del río Guayas (Ecuador).

En el año 2002 se da a conocer un manual de campo de los invertebrados bentònicos marinos: moluscos, crustáceos y equinodermos de la zona litoral ecuatoriana, donde se encuentra la distribución de 140 especies y en ninguna se nombra al área de Monteverde. (Mair,J. *et al.,* 2002).

Del hiperbentos también hay reportes, como el de los organismos del hiperbentos de la zona intermareal de las playas de Salinas (Ecuador), consideran los cambios temporales principalmente en el Orden Mysidacea en donde se observó una variación en la estructura de su comunidad. (Guartatanga *et al.,* 2003). En este mismo año Cruz, M. *et al.,* (2003) publica lo conocido y desconocido de la biodiversidad marina en el Ecuador, reportando 1859 especies marinas para el Ecuador sin mencionar Monteverde como área muestreada.

Villamar, F. (2006), menciona 27 especies de poliquetos (gusanos) que fueron identificados en la zona intermareal arenosa y rocosa de las provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador), muchos de ellos reportados por primera vez para el área de estudio, pero no para el área de Monteverde.

Una nueva contribución de microgasterópodos: Caecidae, es reportado para las provincias de Manabí y Guayas, pero no menciona al área de Monteverde, la que generalmente es una playa de arena, sin áreas rocosas, razón por la que Cruz *et al.,* (en prensa) en su trabajo de distribución de la familia Aplysiidae, no menciona al área de Monteverde.

Materiales y Metodos

La zona estudiada corresponde a la plataforma continental (Coordenadas 2° 02' 2" y 2° 04' 24" Latitud Sur; 80° 43' 30" y 80° 45' 00" Longitud Oeste). Las muestras fueron tomadas frente a Monteverde en 5 estaciones de la zona intermareal y, en la zona submareal 15 estaciones. (Fig. 1 a).

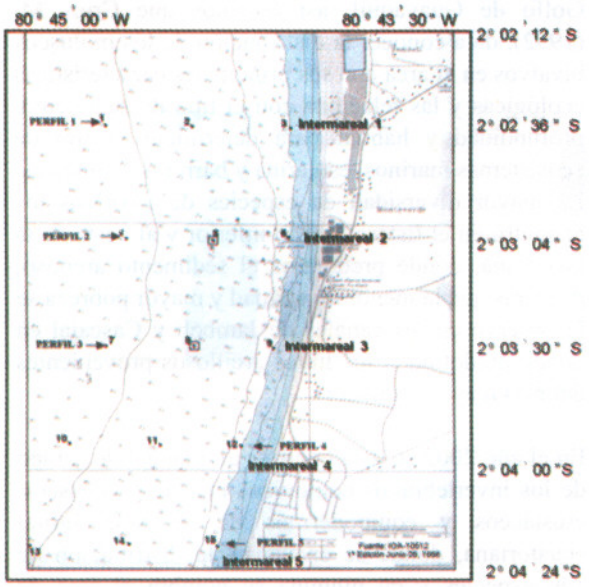


Figura 1a. Posición de las estaciones submareales e intermareales para el estudio del Macrobentos en el área de Monteverde

Para obtener las muestras y analizar los organismos macrobentónicos de los sustratos intermareales arenosos se utilizó el método de Mair J.*et al.*, (2000), empleando para esta finalidad una cuadrícula de 25 por 25 cm.

Luego utilizando una espátula se procedió a tomar todo el material dentro de la cuadrícula para depositarlos en recipientes y preservado en formol al 5% neutralizado con Borax.

Las muestras bentónicas submareales se las obtuvo utilizando una draga metálica tipo Van Veen que tiene una capacidad de 0.1 m^3 y un área de mordida de 1/20 m^2 de superficie.

En el laboratorio las muestras de arena fueron tamizadas a través de mallas con diferentes aberturas (4 - 2 - 1 y 0.5 mm.).

Luego todos los organismos fueron separados de acuerdo a sus características morfológicas para reconocer su posición taxonómica y con la ayuda de un estéreo microscopio de 100 aumentos y un microscopio de 1000 aumentos, identificar las características propias de cada una de las especies.

Además, se utilizó la bibliografía especializada sobre macroinvertebrados bentónicos (Hartman, 1968 – 1969; Gosner, 1971; Keen, 1971) como ayuda para determinar los nombres científicos de cada uno de las especies capturadas.

Resultados

Zona Submareal

En el área de Monteverde la riqueza malacológica estuvo representada por 19 especies de macro moluscos bentónicos, de los cuales el bivalvo *Nuculana acrita* con el 55 % es la especie más abundante, seguida de *Nucula paytensis* con el 7,3 %, En la Clase Gasterópoda el género *Cylinchna sp.* con el 2,8 % es el más abundante y de la Clase Escafópoda el género *Fustiaria sp.* con el 1,8 %. (Fig. 1)

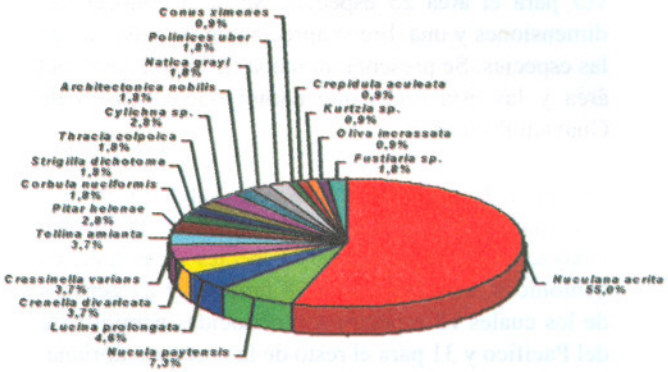


Figura 1. De los moluscos identificados es el bivalvo *Nuculana acrita* es más abundante con el 55%, el *gasterópodo Cylichna sp.*, con el 2,8% y el *escafópodo Fustiaria sp.* con el 1,8%.

La frecuencia de presencia también estuvieron representadas por *Nuculana acrita* con el 12,2 %, de igual manera el *Gasterópodo Cylinchna sp.* con el 7,3 % y el *Escafópodo Fustiaria sp.* con el 2,4 % (Fig. 2)

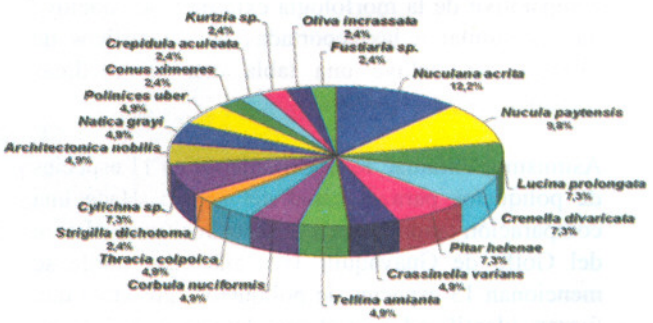


Figura 2. El bivalvo más frecuentes en el área de Monteverde es *Nuculana acrita* con el 12,2%, el *gasterópodo Cylincha sp.* con el 7,3% y es *escafópodo Fustiaria sp,* con el 2,4%.

Del análisis de cada uno de los cinco perfiles estudiados, se observaron pocos macro moluscos en el perfil 1 siendo el área más pobre de Monteverde. En el perfil 2 se observó ocho especies de las cuales *Nuculana acrita* fue la más abundante.

En el perfil 3, se observaron dos especies, de las cuales *Lucina prolongata* fue la más abundante. En el perfil 4 se observaron 11 especies de las cuales *Nuculana acrita* fue la especie más abundante y frecuente.

En el perfil 5 fue el lugar donde se encontró la mayor riqueza malacológica con 13 especies, donde las especies más frecuentes y abundantes fueron *Nuculana acrita y Nucula paytensis.* (Fig. 3).

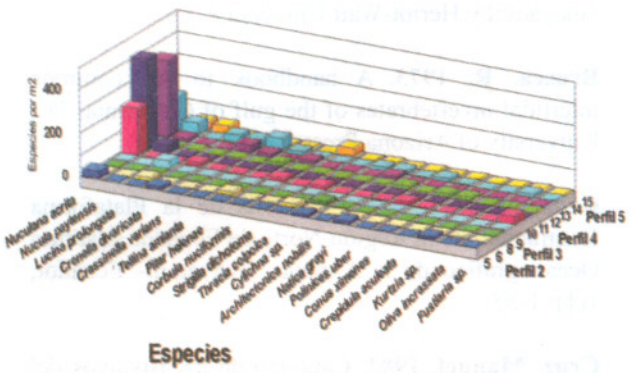


Figura 3. De las 19 especies de moluscos encontrados, la mayor abundancia y diversidad se observó en los perfiles 4 y 5.

De los 5 Filum identificados, los moluscos (51.4%) representan la mayor diversidad de especies, seguido por los poliquetos con el 35,1 %. (Fig. 4).

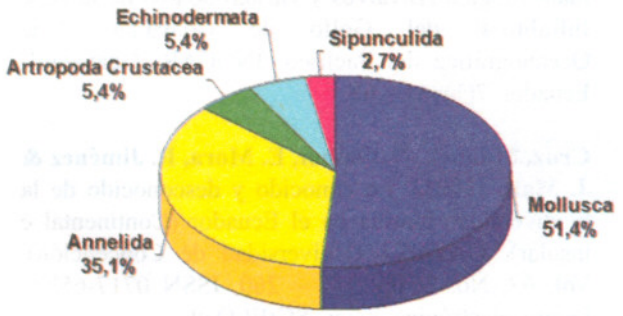


Figura 4. La diversidad de la Macrofauna bentónica, estuvo representada por cinco filum de los cuales los moluscos presentaron la mayor riqueza con el 51,4%, seguido por los poliquetos con el 35,1%.

Entre todos los poliquetos bentónicos, *Lumbrineris bassis* con el 42 %, *Neanthes succinea* (18%) y *Sternaspis sculata* (12%) son estas 3 especies más representativas del área y se las encuentran normalmente en sustratos limo arenoso. (Fig. 5).

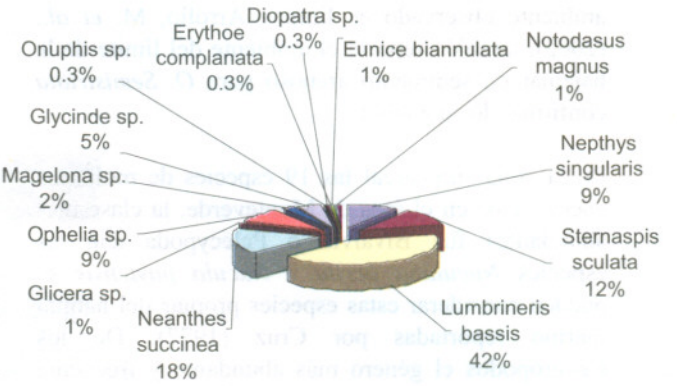


Figura 5. De todos los gusanos Anélidos poliquetos identificados en la zona submareal de Monteverde *Lumbrineris bassis* es la especie más frecuente.

Zona Intermareal

De los 5 perfiles intermareales ubicados en la playa de Monteverde en las estaciones 4 y 5 se observó la mayor riqueza de especies intermareales, predominando el gasterópodo *Olivella semistriata* con el 90%, especie que prefiere vivir en el sustrato arenoso en el limite de la bajamar. También se identificaron poliquetos de la familia Nepthyidae, la especie *Nephtys singularis* que representa el 1%, *Neanthes succinea* de la familia Nereidae con el 1% y anfípodos el 8% del total de organismos capturados en esta zona intermareal. (Fig. 6).

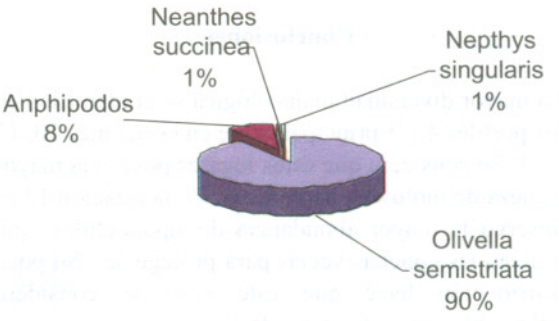


Figura 6. El molusco gasterópodo Olivella semistriata (90%), es la especie más abundante en la zona intermareal de Monteverde, anphípodos (8%), y poliquetos el 2%.

Discusión

En la zona intermareal de Monteverde los invertebrados están representados por poliquetos relativamente escasos, identificados en esta zona a errantes *Nephtys singularis y Neanthes succinea* propios de sustratos arenosos y de alimentación detritivora. Los moluscos como el gasterópodo *Olivella semistriata* es la única especie observada muy abundante y predomina en el sustrato arenoso relacionado con el límite de la bajamar, donde el

ambiente observado es limpio. Arrollo, M. *et al.,* (2002), también reporta el ambiente del límite de la bajamar en sedimento arenoso para *O. Semistriata* confirmando su hábitat.

En la zona submareal las 19 especies de moluscos encontrados en el área de Monteverde, la clase más abundantes fue Bivalvia o Pelecypoda con las especies *Nuculana acrita y Nucula paytensis* se pueden considerar estas especies propias del hábitat marino reportadas por Cruz (1977). De los gasterópodos el género más abundante y frecuente fue *Cylinchna sp.* y, de los escafópodos el género *Fustiaria sp.*. La estación 14 presentó la mayor riqueza malacológica, son organismos que prefieren aguas limpias y ambientes no contaminados, son especies propias de la plataforma continental y su distribución es a lo largo de la costa ecuatoriana (Keen, M. 1971), sus poblaciones no representan ser amenazadas en el área de Monteverde.

Entre los poliquetos bentónicos la especie *Lumbrineris bassis* es la más representativa del área y se la encuentra normalmente en sustratos limo arenosos.

Se considera que las especies identificadas son propias del lugar, es decir de la plataforma continental y no presentan estar amenazadas por tener una amplia distribución en la costa ecuatoriana.

Conclusiones

La mayor diversidad malacológica se la identificó en los perfiles 4 y 5 principalmente en estaciones 10, 13 y 14. Se considera que estos lugares poseen la mayor riqueza de moluscos bentónicos. En la estación 12 se observó la mayor abundancia de sipunculidos, que utilizan las conchas vacías para protegerse. Su poca distribución hace que este sitio se considere vulnerable para este grupo de organismos.

En toda el área estudiada tanto intermareal como submareal la biodiversidad y abundancia de organismos macrobentónicos es relativamente rica en especies macrobentónicas, especialmente en la zona submareal con tipo de sedimento arenoso representados mayormente por moluscos y poliquetos errantes propios de un ambiente marino. Se observaron pocas especies de crustáceos y equinodermos lo que significa que existe una relativa biodiversidad faunística.

Agradecimiento

Los autores expresamos nuestro agradecimiento al Sr. Director del INOCAR CPFG EM Mario Proaño Silva, al TNNV SU Aurelio Aldás Gordillo, Jefe del Departamento de Ciencias del Mar, por todo el apoyo brindado para la publicación de este trabajo científico.

Bibliografía

Arroyo, Maria., James Mair, Elba Mora, Manuel Cruz y Daisi Merino. 2002. MOLUSCOS. Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot-Watt University: 5 – 53.

Brusca, R. 1973. A handbook to the common intertidal invertebrates of the gulf of California. The University of Arizona Press:1- 427.

Cruz, Manuel. 1977. Bivalvos de la Plataforma Continental de la Región Norte de Ecuador. Instituto Oceanográfico de la Armada. Guayaquil- Ecuador, 1(1): 1-55

Cruz, Manuel. 1983. Catálogo de los Bivalvos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Guayaquil- Ecuador, 2(2): 735-819.

Cruz, Manuel y Francisco Villamar. 1983. Presencia de Platasteria Latirradiata en Aguas Ecuatorianas. INOCAR. Guayaquil- Ecuador, 2(1): 169 – 177

Cruz, Manuel. 1992. Estado actual del recurso malacológico (Bivalvos y Gasterópodos) de la zona Infralitoral del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Guayaquil-Ecuador, 7(1): 41 – 68.

Cruz, Manuel., N. Gaibor, E. Mora, R. Jiménez & J. Mair. 2003. Lo conocido y desconocido de la biodiversidad marina en el Ecuador (Continental e insular). GAYANA (Universidad de Concepción). Vol. 67, No. 2, pp. 232 – 260, ISSN 0717-652X. Página electrónica: www. SCIELO.cl

Cruz, Manuel. 2007. Nueva distribución de moluscos Meiobentónicos (Gasterópoda: Familia CAECIDAE), en la costa Ecuatoriana. (En Prensa)

Cruz, Manuel., Daniela Hill y Peggy Cortéz. 2007. Biología y Distribución de la Familia APLYSIIDAE (Babosas de mar), en la zona intermareal del Ecuador (En prensa).

Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms Definitions and Keys to the Orden, Families and Genera. Natural History Museum of the Los Angeles County. In conjuntion with the Allan Hancock Foundation University of Southern California. Science Series 28:1- 180.

Gonzalez, Karina, James Mair, Elba Mora, Manuel Cruz, Maria Arroyo y Daisi Merino. 2002. CRUSTACEOS. Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot-Watt University. Pp. 55 – 74.

Guartatanga, S., Marín J., Miño S., Cornejo M. y Vincx M. (2003). Estudio Preliminar de los Efectos Antropogénicos en la Distribución Intermareal de la Fauna Hiperbentónica en la playa de Salinas (Chipipe – Provincia del Guayas). Revista Tecnológica. Vol. 16, No. 1: 108 – 117.

Gosner, L.K. 1971. Guide to identification of marine and estuarine Invertebrate. Ed. John Wiley - Sons, INC.:1-693

Hartman, O. 1968 – 1969. Atlas of errantiate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foudation. University of Southern. California. Los Angeles. 812 p.

Hofftetter, T., 1952. Moluscos subfósiles de los estanques de sal de Salinas (Península de Santa Elena, Ecuador) Comparación con la fauna actual del Ecuador. Bol. Inst. Cienc. Nat. Ecuador. 1 (1): 5 – 79, Figs. 19.

Keen, Myra. 1971. Sea Shell of Tropical West America Marine Mollusks from Baja California to Peru. Stanford, Univ. California: 1064 pp.

Mair, James., Elba Mora, Manuel Cruz, Alba Calles, María Arroyo y Daisi Merino. 2000. Guía de Campo para la Colección y Preservación de invertebrados marinos. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot - Watt University: 1 – 78 p.

Mair, James., Elba Mora y Manuel Cruz. 2002. Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot - Watt University. pp.: 1 – 108 p.

Merino, Daisi., James Mair, Elba Mora, Manuel Cruz y Maria Arroyo 2002. EQUINODERMOS. Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot-Watt University. Pp. 75 – 100.

Mora, E. 1990. Catálogo de los Bivalvos Marinos del Ecuador. Bol. Cient. Y Tec. INP. 10 (1);1-136.

Villamar, Francisco. 1983. Catálogo de los poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 2 (2).

Villamar, Francisco. 1986. Distribución de los poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 3 (1).

Villamar, Francisco. 1989. Estudio de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil, Exterior (Canal del Morro y Jambelí). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 5 (1).

Villamar, Francisco. 2005 – 2006. Estudio Taxonómico y Distribución de los Poliquetos Bentónicos en la Zona Intermareal de las Provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador). Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. 13 (1) : 169-197.

BIOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LA FAMILIA APLYSIIDAE (BABOSAS DE MAR), EN LA ZONA INTERMAREAL DEL ECUADOR, DESDE EL 2003 AL 2005

Por: Manuel Cruz [1,2]
Daniela Hill[2] y Peggy Cortez[2]

Resumen

Del estudio de 25 localidades, en toda la costa del Ecuador continental, pertenecientes a las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro, muestreadas durante tres años consecutivos, 2003. 2004 y 2005. Se observaron en 12 sitios a dos especies de moluscos pertenecientes a dos géneros, de la familia APLYSIIDAE. En los 12 sitios se encontró a Dolabrifera dolabrifera, pero solo en uno de ellos, "Las conchas", localizado entre La Libertad y Salinas, se encontró a un ejemplar de Aplysia californica.

Durante el año 2003, la familia APLYSIIDAE, fue observada solo en tres sitios de la costa Ecuatoriana, localizados en la Bahía de Santa Elena. Durante el 2004, en cuatro sitios (3 de la provincia de Manabí y uno en la provincia de Guayas). Durante el 2005 en 12 lugares fue observada, seis ejemplares en la provincia de Manabí y seis en la provincia del Guayas. No se observaron estos géneros en las Provincias de Esmeraldas ni en El Oro.

El peso máximo del organismo se encontró en Dolabrifera dolabrifera con 158 gramos, midió 41 mm. de largo por 25 mm. de ancho y su conchilla atrofiada midió de largo 20 mm. y alto 12 mm. El lugar donde se observó la mayor abundancia relativa de Dolabrifera dolabrifera fue en Los Frailes del Parque Nacional Machalilla (margen sur o izquierda de la bahía) con 160 organismos por m² y la menor abundancia se registró en Puerto Cayo con 1 organismo por m², observado solo en el 2005.

Se da a conocer las principales características taxonómicas de cada especie, peso máximo y mínimo del organismo y las medidas de sus conchas, así como también la distribución y abundancia relativa a lo largo de la costa ecuatoriana.

Palabras Claves: *Aplysiidae, Aplysia, Dolabrifera, Babosas, gasterópodos, Moluscos, Costa ecuatoriana, Ecuador*

Abstract

Of the study of 25 localities, in all the coast of continental Ecuador, belonging to the provinces of Emeralds, Manabí, Guayas and El Oro, obtained during three years, 2003, 2004 and 2005. In 12 sites, were observed two species of mollusks that belong to two genus of family APLYSIIDAE in 12 sites Dolabrifera dolabrifera was observed, but only in one site of them, "Las conchas", located between La Libertad and Salinas, one specimen of Aplysia californica was observed.

During year 2003, the family APLYSIIDAE, was observed in three sites of the Ecuadorian coast, located in the Bay of Santa Elena. During the 2004, in four sites (3 in Manabí province and one in the Guayas province). During in the 2005 in 12 places, was observed, six specimens in the Manabí province and six in the Guayas province. These genuses were not observed in the Esmeraldas Province and El Oro Province.

The maximum weight of the organism measure in Dolabrifera dolabrifera with 158 grams and the measured were: length 41 mm, height 25 mm; the atrophied shell with length 20 mm and height 12 mm. The place where the greater relative abundance of Dolabrifera dolabrifera was in Los Frailes of the National Park Machalilla (South margin or left side of the bay) with 160 organisms/m² and the smaller abundance registered was in Port Cayo, with 1 organism/m², observed in the 2005.

The taxonomic characteristics of each species, is given, the maximum and minimum weight of the organism and the measures of the shells, as well as the distribution and relative abundance along the Ecuadorian coast.

Key words: *Gastrópoda, Molluscs, Ecuadorian coast.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador
[2] Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

Introducción

Ecuador es un pequeño país con una inmensa biodiversidad marina, de la que falta mucho por estudiarse y los pocos aportes científicos que se realizan en las instituciones del Estado para el mejor conocimiento de nuestra fauna marina radica en los pocos profesionales dedicados a la taxonomía en los principales grupos como moluscos, crustáceos, poliquetos, equinodermos y peces entre otros.

Los moluscos poseen una gran diversidad de especies y ambientes, que un malacólogo debe muestrear todos los ambientes para conocerlos, hay especies Planctónicas, bentónicas, desde la zona intermareal hasta mas de 4000 metros de profundidad, unos perforan rocas, piedras, maderas y todas las estructuras construidas en el mar, viven en los intersticios del sedimento, en ambientes marinos, estuarinos, de agua dulce y terrestres, son comensales, parásitos entre otros hábitat mas, que estos moluscos viven.

Es importante conocer qué y cuántas especies tenemos, dónde están y cual es su distribución, para protegerlos y explotarlos racionalmente con un plan de manejo.

Cada especie cumple una función determinada en la cadena alimenticia y en el equilibrio ecológico de las comunidades, que terminan afectando a los recursos de importancia comercial de los que el hombre depende para su alimentación. Conocer las especies que tenemos, nos permitirá entender los posibles cambios que ocurrirán en un futuro debido al cambio de sus poblaciones.

Revisando los antecedentes se ha podido encontrar que el único trabajo que reporta a la Familia APLYSIIDAE para la provincia Panameña, que comprende desde Baja California hasta el norte del Perú, es el de Keen, M. (1971), pero no menciona a esta familia para aguas ecuatorianas, mientras que de los trabajos sobre moluscos realizados en el Ecuador, ninguno ha reportado la presencia ni la distribución de las babosas de mar.

Por eso, el propósito de este trabajo es contribuir a conocer que especies de vaquitas o babosas de mar tenemos en la costa del Ecuador, cual es su abundancia, distribución, densidad, hábitat e importancia que tienen estas especies, dar a conocer sus características taxonómicas, que permitan ser identificadas por otros investigadores para que puedan desarrollar otros trabajos de investigación.

Área de Estudio

El área de estudio comprende 25 estaciones en el área rocosa de la zona intermareal a lo largo de la costa Ecuatoriana, que incluye las cuatro provincias costeras del país: Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro.

La estación mas extrema al norte del país es Tachina a 0° 59' 31" lat. N. y 79° 36' 59" long. W., y en el extremo sur del Ecuador es la Punta Jambeli a 3° 12' 35" lat. S y 80° 01' 36" long. W. aproximadamente.

El área de estudio seleccionada, son los charcos de agua, que quedan en la zona rocosa intermareal, cuando baja la marea, donde quedan atrapados estos gasterópodos, conocidos como vaquitas de mar. (Fig. 1)



Figura 1. Posición de las estaciones bentónicas intermareales

Antecedentes

Uno de los primeros trabajos sobre moluscos en el País, fue la tesis doctoral sobre la familia Mytilidae en la que se identificaron 14 especies en la costa ecuatoriana (Bonilla, 1967). Otro gran aporte es el trabajo de Keen, M. (1971), que incluye los moluscos desde Baja California hasta el norte del Perú y reporta las especies que existen en Ecuador.

Con la creación del Instituto Oceanográfico de la Armada en 1972, se creó el Departamento de Ciencias del Mar y en el Laboratorio de Biología Marina, se iniciaron los proyectos de investigación sobre la taxonomía, con énfasis en Fitoplancton y zooplancton, pero en 1977 por primera vez en el país, se dan conocer los Bivalvos de la Plataforma Continental de la región norte de Ecuador, que comprende la sistemática de las especies y su relación con el sedimento y profundidad (Cruz, M. 1977).

Todos los trabajos realizados sobre moluscos en el Ecuador habían abarcado la sistemática de los Bivalvos, tanto en la Plataforma Continental con en la zona intermareal y 1983 comienzan a reportarse para el Golfo de Guayaquil, los gasterópodos planctónicos opistobranquios del orden tecosomata (Cruz, M., 1983). Los gasterópodos bentónicos también comenzaron a ser reportados en el Golfo de Guayaquil, pero los que habitan en la zona infralitoral (Cruz, M., 1992) y en las islas Galápagos (Cruz, M. 2000).

En el 2002 se publica el "Manual de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana, pero no se reporta a la familia Aplysiidae (Mair, James; Elba Mora y Manuel Cruz 2002); un año mas tarde en el trabajo "Lo conocido y desconocido de la biodiversidad marina en el Ecuador (Continental e Insular)", se presenta una compilación de la diversidad marina que existe en el Ecuador y no se reporta a esta familia APLYSIIDAE (Cruz, M. *et al.*, 2003) y uno de los últimos trabajos realizados en el 2005, se da a conocer una guía de la fauna intermareal de las playas arenosas del Ecuador continental, que incluye a los moluscos bivalvos y gasterópodos, pero tampoco reportan a la familia APLYSIIDAE (Ruiz, V. *et al.*, 2005).

De la bibliografía consultada, no hay trabajos realizados en el país que reportan a la familia Aplysiidae y Keen, M. (1971), reporta que *Aplysia californica* y *Dolabrifera dolabrifera*, su distribución es solo para Baja California.

Metodología

La metodología se dividió en la de campo y de laboratorio.

De campo.- Para el traslado a la zona intermareal de la costa ecuatoriana se lo realizo utilizando un carro del Instituto Oceanográfico de la Armada. Los sitios estudiados corresponden a las áreas rocosas donde quedan los charcos de agua de mar que quedan al bajar la marea, por lo que todos los análisis se realizaron durante la bajamar.

Para determinar la densidad de la población de la familia APLYSIIDAE, se utilizó un cuadrado de 1 metro por cada lado (Fig. 2). Los ejemplares recolectados fueron narcotizados con cloruro de magnesio durante 4 a 5 horas, tiempo que muchas veces no fue suficiente para su total narcotización por lo que muchos ejemplares no se fijaron totalmente extendidos, razón por la cual no se ha considerado las medidas de longitud del organismo, pero si su peso.

Una vez narcotizados, se los fijaba con formol al 5 %, neutralizado con Bórax, para ser estudiados en el laboratorio.

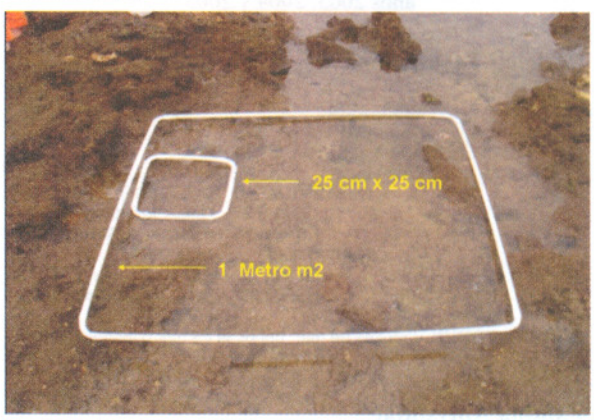


Figura 2. Cuadrante de 1 m² para contabilizar las babosas de mar en los charcos de agua de la zona intermareal.

De laboratorio.- En el laboratorio de Biología marina del Instituto Oceanográfico, se los peso y se extrajeron sus conchillas, las que fueron medidas con un calibrador Vernier. Utilizando un estereo-microscopio se tomaron fotografías digitales a las conchillas y a los organismos.

La información se registró en una base de datos en Excel y para realizar sus gráficos se paso la información a Lotus y poder arreglar los gráficos en el programa Freelance, para luego pegarlos en Power point y en Word.

Resultados

La familia APLYSIIDAE, comúnmente conocida como vaquitas de mar, fue observada en doce sitios en la costa Ecuatoriana, habiéndose encontrado dos especies: *Aplysia californica y Dolabrifera dolabrifera*, esta última especie es la más común y abundante en la costa de Ecuador, mientras que el género Aplysia solo se lo observó en la Bahía de Santa Elena en Las conchas (Fig. 3).

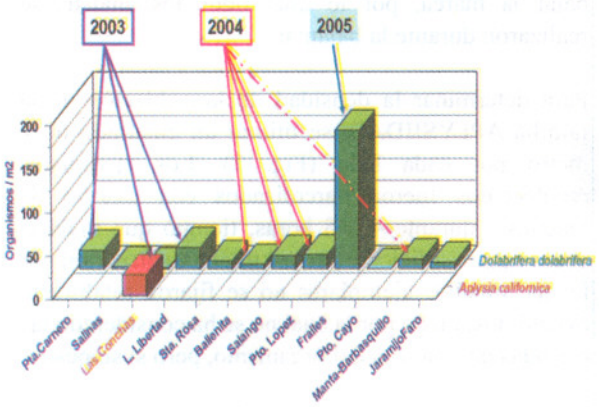


Figura 3. Distribución y abundancia relativa de la familia APLYSIIDAE en la costa ecuatoriana durante los años 2003, 2004 y 2005

Posicion Taxonomica

FILUM: MOLLUSCA
CLASE: GASTEROPODA
ORDEN: ANASPIDEA
FAMILIA: APLYSIIDAE
SUBFAMILIA: DOLABRIFERINAE
GENERO: *Dolabrifera* Gray, 1847
ESPECIE: *dolabrifera* (Rang, 1828)
SUBFAMILIA: APLISIINAE
GENERO: Aplysia Linajes, 1767
ESPECIE: *californica* Cooper, 1863

NOMBRE COMUN: Vaquitas de mar, babosas de mar o liebres marinas

Familia Aplysiidae

Son moluscos, comúnmente llamadas babosas, vaquitas de mar liebres marinas, posiblemente porque sus rinóforos, se parecen a las orejas de los conejos pertenecen al suborden ANASPIDEA (P. Fisher, 1883) de la clase Gastrópoda. (Keen, M. 1971).

Su cuerpo blando de forma ovalada es variable, en ciertos géneros como en *Dolabrifera*, puede adoptar la forma de una pera cuando esta alimentándose o desplazándose para alimentarse de las algas marinas, a las que raspa con su sistema dentario denominado rádula, es decir son herbívoros. Poseen una concha interna, reducida o atrofiada que puede ser membranosa o calcárea y esta insertada en el manto en la parte dorsal posterior del organismo y no se la observa, en algunas especies la concha es tan reducida que puede perderse. Son hermafroditas.

Habitat

Habitan a poca profundidad y cuando baja la marea, quedan atrapadas en los charcos de agua que quedan al bajar la marea generalmente porque se encontraban comiendo algas marinas que crecen sobre los sustratos rocosos.

Predadores

Principalmente Pycnogonidos y tortugas marinas

Género *Dolabrifera* Gray, 1847
Concha, pequeña, aplanada, estrecha o alargada y ligeramente curvada.

Dolabrifera dolabrifera (Rang, 1828)

La forma del cuerpo es como de pera, angosta en la parte anterior y la tercera parte posterior es mas ancha. Los parapodios están fusionados, menos en su parte media posterior. Usualmente cuando se desplazan lo hacen en una sola dirección y sus colores pueden ser variables (Okinawan Opistobranch of the week). El color de los ejemplares en Ecuador, predomina el beige con manchas verdes que se distribuyen por todo el cuerpo (Fig. 4).

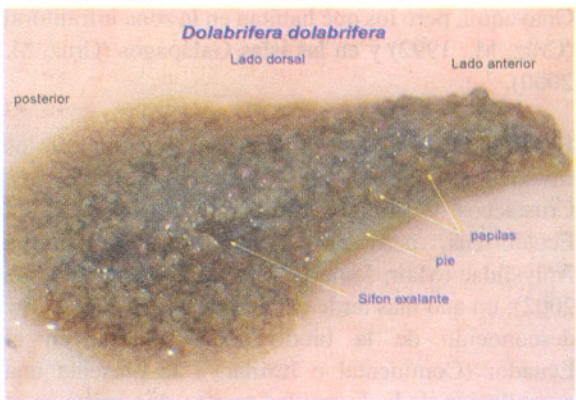


Figura 4. Se aprecian las papilas, el pie y el sifon exalante de posición posterior

La concha reducida o atrofiada es de constitución calcárea, transparente, de forma subtriangular como una pera y cubierta por un delgado y transparente periostraco. Del lado externo se puede apreciar el ápex redondeado que tiene forma de un botón, igualmente la escultura en espiral casi lisa, esta formada por finas líneas de crecimiento (Fig. 5).

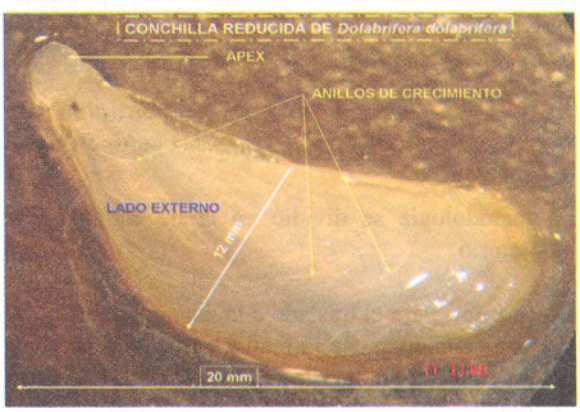


Figura 5. Se observa El apex redondeado

La conchilla del lado interno muestra una concavidad en el área del ápex y se aprecian claramente las líneas de crecimiento (Fig. 6).

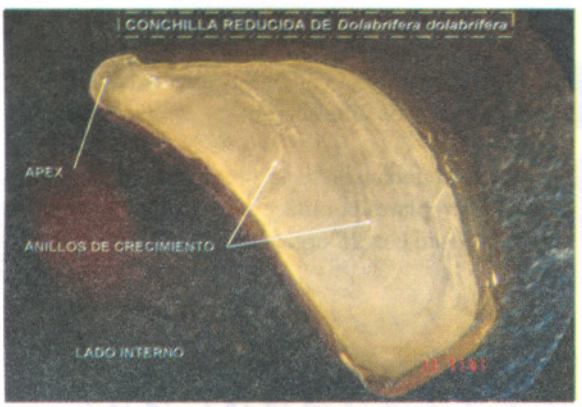


Figura 6. Se aprecia del lado interno la concavidad del apex

Habitat Aunque son muy comunes, se los observa a simple vista en los charcos de agua, que quedan en la zona rocosa, cuando baja la marea, es el sitio donde estos gasterópodos se alimentan de las algas que crecen sobre las rocas.

Medidas.- Keen, M. 1971 menciona que la longitud para los ejemplares que viven en el Golfo de California es aproximadamente de 130 mm. Los ejemplares observados en Ecuador son más pequeños, aproximadamente entre 80 a 100 mm.

Distribución anterior.- Esta especie es considerada cosmopolita o circumglobal para los trópicos y el Pacífico este.

Distribución en el Ecuador.- En Jaramijo, Manta, Pto. Cayo, Parque Nac. Machalilla, Puerto Lopez, Salango, Ballenita, Santa Rosa, La Libertad, Las conchas, Salinas y Punta Carnero.

Género Aplysia Linajes, 1767

Organismos de forma alargada-ovalada cuando esta extendido. Su cuerpo es liso sin bordes, pliegues ni filamentos. Su color es variable, del verde oscuro a café oscuro o gris, con manchas oscuras distribuidas en todo su cuerpo.

En el subgénero *Neaplysia*, la glándula del manto no secreta sustancia color púrpura, como lo hacen en los subgéneros *Pruvotaplysia y Varria*.

Característica de la concha.- Conchilla delgada, transparente de forma asimétricamente ovalada y ligeramente curvada con el ápex aplanado y recto, esta introducida en el manto en la parte dorsal posterior derecha del organismo.

Aplysia (*Neaplysia*) *californica* Cooper, 1863

Cuerpo ovalado más ancho en la parte posterior, color variable predominando el color verdoso oscuro a gris con manchas y líneas oscuras.

En esta especie los tentáculos anteriores o cefálicos tienen un pliegue lateral lo que caracteriza a esta especie. Concha reducida, de forma simétricamente ovalada, ligeramente curvada, con el ápex aplanado y recto, textura frágil, delicada y transparente, que se encuentra introducida en el manto del organismo.

El único ejemplar observado mide aproximadamente 40 mm. de largo, fijado con formol y no esta extendido totalmente su cuerpo (Fig. 7)



Figura 7. Ejemplar Formolizado no extendido y su conchilla atrofiada

Su conchilla redondeada y transparente es más frágil que la del género Dolabrifera, se observa claramente debajo del periostraco delgado y transparente las líneas de crecimiento muy bien visibles y uniformemente espaciadas (Fig. 8).

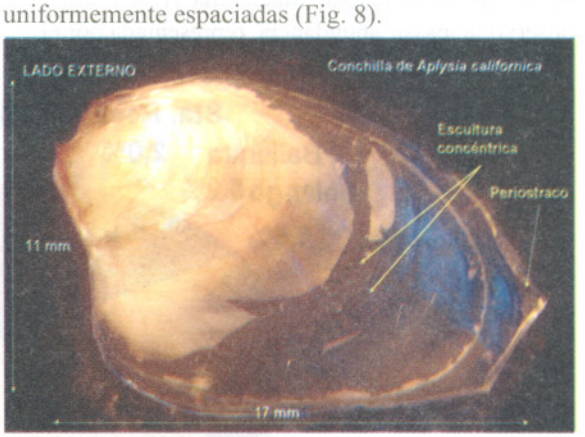


Figura 8. Se observa el periostraco delgado y transparente y una escultura en espiral o concentrica

HABITAT.- Se los observa a simple vista en los charcos de agua, que quedan en la zona rocosa, cuando baja la marea, es el sitio donde estos gasterópodos se alimentan de las algas que crecen

sobre las rocas.

Medidas de la concha.- 17 mm. de largo por 11 mm. de ancho

Distribución anterior.- Esta especie ha sido reportada solo para el área del Golfo de California.

Distribución actual.- Golfo de California a Ecuador (Bahía de Santa Elena).

Relación Peso el organismo y las medidas de la concha.- Se pesaron cada uno de los ejemplares recolectados y se midieron las conchillas, de las cuales en la localidad de Las Conchas, se encontró al ejemplar mas grande de *Dolabrifera dolabrifera*, que pesó 158 gramos y la conchilla "atrofiada" midió de largo 20 mm. y de alto 12 mm.

La mayor abundancia se la observó en Los Frailes con 160 ejemplares por m2 y en segundo lugar estuvo en La Libertad con 25 organismos/m2 (Fig. 9).

	Pta Jambeli	Pta.Carnero	Salinas	Las Conchas	L. Libertad	Sta. Rosa	Ballenita	Barandua	Pto. Blanca	Ayangue	Salango	Pto. Lopez	Frailes	Pto. Cayo	San Mateo	Manta-Barbasquillo	JaramijoFaro	Bahia de C.	San Vicente	Jama Mafal	Chorrera	Pedernales	Balao	Sua-Atac	Tachina
Aplysia californica			25																						
Dolabrifera dolabrifera	22	3	2 1	25 1	10	6					16	17	160	1	2 12	8									
Peso Max		76	158	52	48	58					48	112	40	112	20	146									
Peso min		46	6	22	2	30					12	42	4	52	18	46									
peso		76	158	52	48	58					48	112	40	112	20	146									
largo	22	36	41	24	25	27					44	39	31	46	30	36									
ancho	18	26	25	18	21	19					16	25	18	28	12	28									
peso		46	6	22	2	30					12	42	4	52	18	46									
largo		30	11	26	11	20					19	29	0,8	29	23	27									
ancho		23	9	17	8	15					11	19	0,6	23	12	22									
peso		52	158	22	2	58					42	110	30	112	20	80									
largo concha		7	20	5	4	6					8	9	6	9	8	9									
ancho concha		4	12	3	3	2					3	4	4	5	2	4									

Figura 9. Abundancia relativa, y la relación entre el peso y el largo de su concha calcárea reducida o atrofiada, de la Familia APLYSIIDAE en la costa Ecuatoriana.

En el Parque Nacional Machalilla (Los Frailes) se observó la mayor abundancia, representada por el 52,1 % de los 25 lugares estudiados en la costa ecuatoriana (Fig. 10)

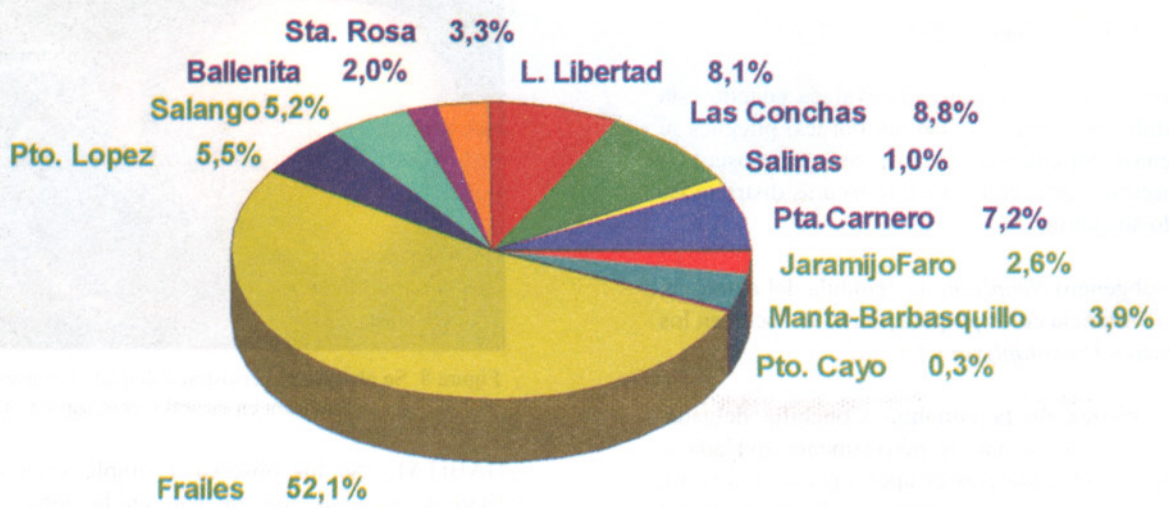


Figura 10. La Familia APLYSIIDAE se presentó mas abundante en punta Los Frailes representando el 52,1 % de la costa Ecuatoriana.

Discusión

Se acepta que *Dolabrifera dolabrifera* es la especie mas abundante y de mayor distribución en la zona intermareal, pero se desconoce realmente su abundancia en la zona infralitoral o submareal, ya que estos organismos se alimentan de algas marinas y los ejemplares que se encuentran son los que quedan "atrapados" cuando baja la marea, por lo que su abundancia es relativa.

Es probable que *Aplysia californica* se encuentre en otras zonas de la costa ecuatoriana en la zona infralitoral y su comportamiento no permite se queden atrapados en los charcos de agua, por lo que su distribución puede ser mas amplia.

La no presencia de esta familia para la provincia de Esmeraldas y el Golfo de Guayaquil, puede ser la alta de sustratos rocosos que formen estos charcos de agua al bajar la marea.

Conclusiones

De los tres años de estudio, de la familia APLYSIIDAE, en los charcos de agua que quedan en la zona intermareal a lo largo de la costa ecuatoriana, se observó que la especie mas común y de mas amplia distribución es *Dolabrifera dolabrifera*.

El área de distribución de esta familia estuvo en 12 sitios, desde Jaramijo hasta Punta Carnero para *Dolabrifera dolabrifera*, mientras que para *Aplysia californica*, solo se observó un solo ejemplar en el sitio Las Conchas, durante el 2003.

El lugar de mayor abundancia de la familia APLYSIIDAE es el Parque Nacional Machalilla en Los Frailes, representando el 52,1 % de la costa Ecuatoriana.

El organismo mas grande fue de *Dolabrifera dolabrifera* y se localizó en Las Conchas, pesó 158 gramos y su conchilla "atrofiada" midió de largo 20 mm. y de alto 12 mm.

Agradecimiento

A los directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada por apoyar el desarrollo del proyecto Organismos Bentónicos de la costa Ecuatoriana y poder conocer mejor la biodiversidad marina de nuestro país.
A mi esposa Dra. Maria Luzuriaga V. de Cruz, por sus sugerencias al trabajo y a la Srta. Liliana Cevallos Navarrete por su colaboración en la medición y toma fotográfica de algunos ejemplares durante su análisis en el laboratorio.

Bibliografia Consultada

Bonilla, Dolores 1967. Estudio de la familia MYTILIDAE en aguas ecuatorianas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil.

Cruz, Manuel, 1977. Bivalvos de la Plataforma Continental de la región Norte del Ecuador. Publicación INOCAR. Vol. 1, No. 1, pp. 1-55.

Cruz, Manuel 1983. Presencia de Pterópodos Tecosomados en el Golfo de Guayaquil. ACTA OCEANOGRAFICA DEL PACIFICO. Vol. 2, No. 1, pp. 179 186.

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, Manuel 2000. Moluscos e invertebrados marinos más comunes en cinco islas del Archipiélago de Galápagos, durante el primer crucero insular del B/I Orión. Acta Oceanográfica del Pacífico. Vol. 10, No. 1, pp. 105 – 117

Cruz, Manuel., Nikita Gabor, Elba Mora, Roberto Jiménez & James Mair. 2003. The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador (Continental and Insular). Lo conocido y desconocido de la biodiversidad marina en el Ecuador (Continental e Insular). Gayana 67(2): 232-260. ISSN 0717-652X.

Keen, M. A., 1971. Sea shells of Tropical West America. Stanf. Univ. Press. Calif., 2da Edit. Pp. 1064.

Mair, James; Elba Mora y Manuel Cruz (Editores) 2002. Manuel de campo de los Invertebrados Bentónicos marinos: Moluscos, Crustáceos y Equinodermos de la zona Litoral Ecuatoriana. Universidad Estatal de Guayaquil y Heriot-Watt University. pp.: 1 – 108

Ruiz, Verónica, Luis Dominguez, José Marin-Jarrin y Sandra Miño 2005. Guía de la fauna intermareal de las Playas arenosas del Ecuador Continental. ESPOL. Pp. 1-86.

DISTRIBUCIÓN ZOOGEOGRÁFICA DE LOS GÉNEROS *Cibicides sp.*, Y *Quinqueloculina sp.*,, (FORAMINIFEROS) DE LA ZONA DE TURBULENCIA DE MONTEVERDE, ECUADOR DURANTE NOVIEMBRE 2007*

Por: Elena Gualancañay[1]

Resumen

En el área de Monteverde se ha estudiado por primera vez a la foraminíferos bentónicos de la zona de turbulencia hasta los 20 metros de profundidad, caraterizada por la gran agitación de sus aguas debido a los oleajes y se ha encontrado en todas estaciones a las especies Cibicides bertheloti, f. bouena, Cibicides floridanus, Quinqueloculina lamarckiana y Quinqueloculina granulosa que pertenecen a la provincia zoogeográfica Panameña propuesta por Boltoskoy (1965), Boltovskoy y Gualancañay (1975), Boltovskoy (1976), and Gualancañay (1986).

Abstract

In Monteverde area it has been studied for the first time to the benthics foraminifera in the turbulence area until the 20 meters deep, know its for the great agitation of their waters due to the surfs and has been in all stations to the species Cibicides bertheloti, f. bouena, Cibicides floridanus, Quinqueloculina lamarckiana and Quinqueloculina granulosa that belong to the Panamanian zoogeographic proposed by Boltoskoy (1965), Boltovskoy y Gualancañay (1975), Boltovskoy (1976), and Gualancañay (1986).

Palabras Claves: *Foraminíferos bentónicos, zona de turbulencia, provincia zoogeográfica.*

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador. biologia@inocar.mil.ec

[*] Trabajo presentado en las XXXI Jornadas Ecuatorianas de Biología, Guayaquil.

Antecedentes:

Boltovskoy (1965), ha realizado una serie de estudios sobre la distribución de foraminíferos bentónicos en América del Sur, sin embargo se le presentaron problemas para realizar esta distribución zoogeográfica principalmente para Ecuador y Colombia por ser los menos estudiados y hasta ese entonces se consideraba que los foraminíferos bentónicos de aguas ecuatorianas pertenecían a la provincia zoogeográfica de la India Occidental, que se inicia en el Golfo de Guayaquil y se distribuye por las costas de Colombia, Venezuela, Guayanas y Brasil hasta aproximadamente la latitud de 33 Sur, la misma que se encuentra separada por dos regiones a) la costa Pacifica y b) la costa Atlántica. En esta ocasión Boltovskoy (loc. cit.,) con la escasa información que tenía de Ecuador ubicó la distribución de foraminiferos bentónicos de aguas cálidas, dentro de la subprovincia zoogeográfica Panameña, que se encuentra en la bahía de Panamá.

Boltovskoy y Gualancañay (1975), realizaron un estudio sobre f. bentónicos en la región norte de Ecuador en la plataforma continental y talud superior de la provincia de Esmeraldas y con los resultados obtenidos lograron determinar que la subprovincia zoogeográfica Panameña se trataba de una verdadera provincia zoogeográfica la misma que está localizada hacia el norte por la costa occidental de América hasta el cabo San Lucas.

Boltovskoy (1976), realiza otros estudios sobre f. bentónicos en América del Sur y ahora con más datos, confirma que los f. bentónicos de aguas ecuatorianas pertenecen a una nueva provincia zoogeográfica que es la Panameña y que no se trata de una subprovincia como se la venía considerando anteriormente.

Gualancañay (1986), realizó un estudio sobre la distribución de los foraminíferos bentónicos de la plataforma y talud continental del Golfo de Guayaquil y encontró nuevamente especies típicas de la provincia zoogeográfica Panameña.

Caracterización del Área de Estudio:

En el área de Monteverde se realizó el monitoreo de sedimentos superficiales para el estudio de los foraminíferos bentónicos en 15 estaciones, que corresponden a las profundidades entre 0 y 20 metros (Figura1, Tabla1).

El sedimento superficial predominante fue el limo en las estaciones entre 15 y 20 metros y el fondo arenosos en las estaciones entre 0 y 5 metros de profundidad (Figura1, Tabla1).

En general el área durante esta época, las aguas del fondo fueron muy oxigenadas con valores entre 5.61 mg/l y 6.94 mg/l (5.0mg/l), por encima de los niveles permisibles en la Legislación Ambiental Ecuatoriana.

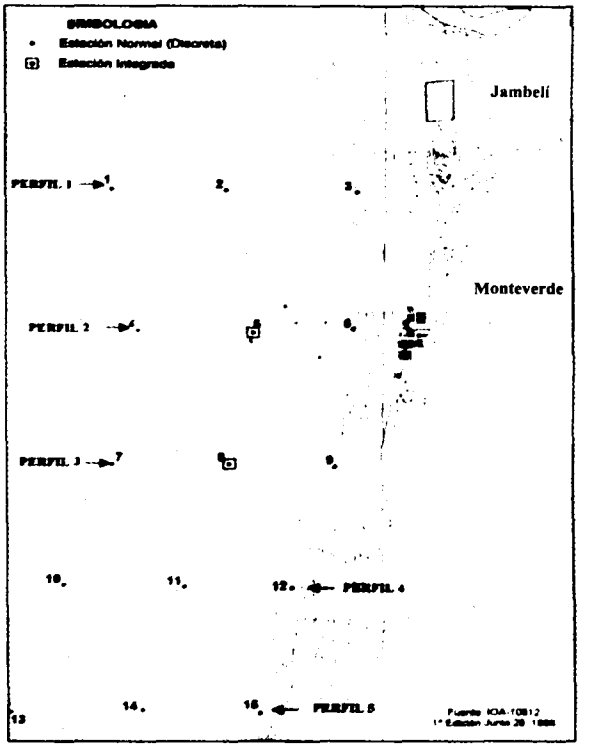


Figura 1. Ubicación del Área de Estudio

N.- Estac.	COORDENADAS	Profundidad (metros)	Textura del Sedimento
1	02° 02´ 36" S 80° 44´ 43" W	19.20	Limo
2	02° 02´36" S 80° 44´25" W	13.0	Limo-arcilloso
3	02° 02´36" S 80° 44´04" W	4.0	Arena
4	02° 03´04" S 80° 44´39" W	20.0	Limo
5	02° 03´04" S 80° 44´21 " W	15.50	Limo
6	02° 03´03" S 80° 44´05" W	5.20	Arena
7	02° 03´30" S 80° 44´43" W	20.80	Limo
8	02° 03´30" S 80° 44´25" W	17.20	Limo
9	02° 03´30" S 80° 44´08" W	5.50	Arena
10	02° 03´54" S 80° 44´51" W	20.80	Limo-arenoso
11	02° 03´54" S 80° 44´32" W	16.50	Arena-limosa
12	02° 03´54" S 80° 44´15" W	8.80	Arena
13	02° 04´18" S 80° 44´59" W	20.50	Arena-limoso
14	02° 04´18 " S 80° 44´39" W	17.0	Arena-limosa
15	02° 04´18" S 80° 44´20" W	5.50	Arena

Tabla 1. Ubicación de las estaciones en el Área de Estudio

Materiales y Métodos:

Los trabajos de campo se realizaron los días 7 y 8 de noviembre de 2006, se utilizó una de las embarcaciones de INOCAR y para la extracción de las muestras superficiales de sedimento se hizo con un extractor tipo draga Van Veen, con una mordida de 1/20 m² y se tomó 250 cc del contenido total de la draga las muestras fueron preservadas inmediatamente para su análisis posterior en los laboratorios.

En el laboratorio las muestras de sedimento fueron sometidas a tinción con rosa de bengala para teñir la materia orgánica y poder distinguir los organismos vivos de los muertos, según el método de Walton (1952). Las muestras fueron lavadas a través de un tamiz metálico de 63 micrones de abertura de malla y finalmente se aplicó el método de flotación de Boltovskoy (1965) para la separación de los organismos. Para los contajes e identificación de las especies se utilizó un estereomicroscopio y los análisis taxonómicos se realizaron en base a la Sinonimia Crítica.

Los valores de abundancia relativa están dados de acuerdo al número de ejemplares de las especies encontradas y se ha seguido la metodología de Boltovskoy (1965). (Tabla2).

Abundancia Relativa	N.-Organismos
INCONTABLES	5000
MUY ABUNDANTES	2000 - 1000
ABUNDANTES	1000 - 800
ESCASOS	800 - 600
RAROS	600 – 300 – 200
POBRES	100
MUY POBRES	50

Tabla 2. Abundancia Relativa de las especie encontradas.

Resultados:

Zona de Turbulencia (0 – 20 metros)

Esta zona se caracteriza por estar situada entre la pleamar y la bajamar, es una zona de cambios muy bruscos donde se dan los movimientos de agua muy fuertes. En esta zona solo pueden sobrevivir especies capaces de resistir a estos fuertes embates de movimientos del agua. Por lo general en esta zona los foraminíferos bentónicos son escasos y solamente sobreviven las especies que logran soportar cambios ecológicos muy bruscos.

Coincidiendo por lo expresado por Boltovskoy (1965), que en esta zona se desarrollan estas especies que tienen paredes gruesas y resistentes o que se adhieren a un sustrato, debido a los fuertes movimientos de agua y a los cambios bruscos de las condiciones ecológicas que caracteriza a esta zona. Esto hace suponer que las condiciones no fueron favorables para el desarrollo de las especies.

En esta zona fueron encontradas las siguientes especies: *Bolivina spissa, Bulimina pulchella, Buliminella elegantisima, Cibicides aknerianus, Cibicides bertheloti, f. bouena, Elphidium articulatum, Lagena elongata, Lagena striata, Nonion pizarrense, Nonionella miocenica, Pyrgo murrhina, Quinqueloculina lamarckiana, Quinqueloculina granulosa, Reophax cf. guttiferus, Robulus calcar, Rotalia beccarii, Trochammina advena, Uvigerina peregrina.*

Zona Intermareal (0 – 5 metros)

A esta zona corresponden las muestras tomadas en las estaciones 16, 17, 18, 19 y 20. Sin embargo en este estudio se reportan dos especies *Cibicides* floridanus y *Quinqueloculina lamarckiana*, que tienen conchillas muy fuertes para soportar los bruscos movimientos del agua, esta agitación de las aguas resultaron muy oxigenadas obteniendo valores de oxigeno entre 6.81 – 6.98 mg/l. (Tabla3).

Zona Intermareal					
Especies:	Est.16	Est.17	Est.18	Est.19	Est.20
Microfauna:					
Cibicides aknerianus	Escasos	Raros	Escasos	Raros	Muy Abundante
Quinqueloculina lamarckiana	Abundantes	Escasos	Escasos	Escasos	Muy Abundante

Tabla 3. Especies encontradas en la Zona Intermareal: (0 – 5 metros)

En las estaciones N. 3, 6, 9, 12 y 15, se hallaron similares características a lo anterior, las especies halladas fueron escasas: *Cibicides aknerianus, Quinqueloculina lamarckiana, Robulus calcar y Uvigerina peregrina* distribuidas sobre fondo arenoso en una profundidad promedio de 5 metros.

Las especie más representativas fueron *C.aknerianus y Q. lamarckiana*. Estas especies fueron reportadas por Gualancañay (1983), en el Golfo de Guayaquil son típicas de aguas poco profundas y prefieren para su desarrollo sedimentos arenosos (Tabla 4).

Zona Intermareal (5m.)					
Especies:	Est.3	Est.6	Est.9	Est.12	Est.15
Microfauna:					
Cibicides aknerianus	Pobre	Pobre	Abundante	Raros	Raros
Quinqueloculina lamarckiana	Raros	Raros	Escasos	Raros	Escasos
Robulus calcar	Pobres	0	0	0	0
Uvigerina peregrina	0	Pobre	0	0	0

Tabla 4. Especies encontradas en la Zona Intermareal: (5 metros)

Zona Submareal (15 metros)

En esta zona fue encontrada la mayor diversidad de especies sobre fondo limo arenoso y también en las estaciones integradas (Est.5 y 8) sobre fondo limoso. Predominaron las especies calcáreas, lo que nos estaría indicando aguas marinas. Los valores de pH fluctuaron entre 8,11 y 8,16 lo que indica aguas alcalinas totalmente marinas propicias para el desarrollo de las conchillas.

La especie más predominante fue *Rotalia beccarii* que es una especie cosmopolita, Gualancañay (1983) la reportó en la plataforma interna del Golfo de Guayaquil. En la estación integrada N.5 sobre fondo limoso con la mayor diversidad de especies y la mayor población predominando *Buliminella elegantísima, Elphidium articulatum, y Nonion pizarrense*, que son especies típicas de aguas someras (Tabla5).

Zona submareal (15 m)					
Especies:	**Est.2**	**Est.5 INTEGRADA**	**Esta.8 INTEGRADA**	**Est.11**	**Est.14**
Bolivina spissa	0	Raros	0	0	0
Bulimina pulchella	0	Raros	Raros	0	0
Buliminella elegantissima	0	Muy Abundante	0	0	0
Cibicides bertheloti, f. bouena	0	0	0	Muy Abundante	Abundantes
Elphidium articulatum	0	Muy Abundante	0	0	0
Lagena elongata	0	0	Pobre	0	0
Lagena striata	0	0	400	0	0
Nonion pizarrense	Muy Abundante	Muy Abundante	0	0	0
Nonionella miocenica	0	0	Escasos	Escasos	0
Pyrgo murrhina	0	0	0	Raros	0
Quinqueloculina lamarckiana	0	0	Pobre	Raros	Raros
Quinqueloculina granulosa	0	0	0	0	Raros
Reophax cf. guttiferus	Raros	0	Raros	0	0
Rotalia beccari	Incontables	Incontables	Muy Abundante	Raros	0

Tabla 5. Especies encontradas en la Zona Submareal: (15 metros)

Zona Submareal (20 metros)

Corresponden las profundidades promedio de 20 metros en las estaciones N. 1, 4, 7, 10 y 13. y predomina el sedimento limoso. La especie más abundante fue *Rotalia beccarii* en las estaciones 1, 4 y 7; escasamente se la encontró en la estación 10 y en la estación 13 estuvo ausente. *Nonion pizarrense*, especie de aguas poco profundas fue hallada abundantemente en todas las estaciones de este perfil a excepción de la estación 13 en que estuvo ausente. También fue hallada *Cibicides bertheloti, f. bouena* en este perfil en las estaciones 10 y 13 sobre fondo limo arenoso y areno limoso, esta especie la reportó Gualancañay (1983), en la plataforma interna del G. de Guayaquil, (Tabla6).

Zona Submareal (20 m.)					
Especies:	**Est.1**	**Est.4**	**Esta.7**	**Est.10**	**Est.13**
Bolivina cf. spissa	0	0	Raros	0	0
Bulimina pulchella	Raros	0	0	0	0
Cibicides bertheloti, f. bouena	0	0	0	Muy Abundante	Muy Abundante
Nonion pizarrense	Abundantes	Incontables	Muy Abundante	Abundante	0
Nonionella miocenica	0	Muy Abundante	Escasos	Abundante	0
Quinqueloculina lamarckiana	0	0	0	0	Escasos
Reophax cf. guttiferus	Raros	Abundante	Escasos	0	0
Rotalia beccarii	Incontables	Incontables	Muy Abundantes	Raros	0
Trochammina advena	Raros	Raros	Raros	0	0

Tabla 6. Especies encontradas en la Zona Submareal: (20 metros)

Discusión de Resultados

En general las especies encontradas en toda el área de estudio se encuentran tipificando la zona. Las especies son típicas de un ambiente marino, tienen buen desarrollo por la buena oxigenación que reciben en el área correspondiente a la denominada zona de turbulencia (0-20 m.), caracterizada por el oleaje de la zona. Estas especies en su mayoría son calcáreas y de muy buena estructura y ornamentación, lo que estaría indicando que las aguas son ricas en carbonato de calcio y pH alcalino.

La zona intermareal y en la zona de los cinco metros de profundidad, donde se produce la pleamar y la bajamar solo se encontraron dos especies predominantes: *Cibicides aknerianus y Quinqueloculina lamarckiana*, posiblemente estas especies por tener conchillas calcáreas gruesas fueron las más resistentes a la agitación de las aguas de esta zona influenciada por el oleaje y lograron desarrollarse por la gran oxigenación de la zona.

En la zona Submareal de 15 metros de profundidad promedio y donde estuvieron ubicadas las estaciones integradas sobre fondo limoso, se encontró la mayor diversidad de especies y predominaron *Rotalia beccarii, Nonion pizarrense, Bulliminella elegantísima y Elphidium articulatum y Cibicides bertheloty, f. boueana*, estas especies son típicas de esta zona y se encuentran caracterizando el área.

En la zona Submareal de 20 metros de profundidad promedio, la frecuencia de especies fue algo menor a la de 15 m. de profundidad. Las especies que predominaron son *Cibicides bertheloty, f. boueana, Nonion pizarrense, Nonionella miocenica y Rotalia becarii*. También se encontraron tipificando esta zona *Reophax cf. guttiferus y Trochammina advena.*

Como se puede observar en todas las estaciones del área de estudio se encontraron las siguientes especies de los géneros *Cibicides sp., y Quinqueloculina sp.,: Cibicides bertheloti, f. bouena, Cibicides floridanus, Quinqueloculina lamarckiana y Quinqueloculina granulosa.*

Los foraminíferos del área de Monteverde, se estudian por primera vez y de esta manera con los resultados obtenidos sobre las especies *Cibicides bertheloti, f. bouena, Cibicides floridanus, Quinqueloculina lamarckiana y Quinqueloculina granulosa.* Se confirma que estas especies están tipificando a la provincia zoogeografica Panameña propuesta por Boltovskoy (1965) y confirmada por Boltovskoy y Gualancañay (1975), Boltovskoy (1976) y Gualancañay (1986),

Conclusiones:

En general las especies encontradas en toda el área de estudio se encuentran tipificando la zona. Las especies son típicas de un ambiente marino, tienen buen desarrollo por la buena oxigenación que reciben en el área correspondiente a la denominada zona de turbulencia (0-20 m.), caracterizada por el oleaje de la zona, Estas especies en su mayoría son calcáreas y de muy buena estructura y ornamentación, lo que estaría indicando que las aguas son ricas en carbonato de calcio y pH alcalino.

La zona intermareal y en la zona de los cinco metros de profundidad, donde se produce la pleamar y la bajamar solo se encontraron dos especies predominantes: *Cibicides aknerianus y Quinqueloculina lamarckiana*, posiblemente estas especies por tener conchillas calcáreas gruesas fueron las más resistentes a la agitación de las aguas de esta zona influenciada por el oleaje y lograron desarrollarse por la gran oxigenación de la zona.

En la zona Submareal de 15 metros de profundidad promedio y donde estuvieron ubicadas las estaciones integradas sobre fondo limoso, se encontró la mayor diversidad de especies y predominaron *Rotalia beccarii, Nonion pizarrense, Bulliminella elegantisima y Elphidium articulatum y Cibicides bertheloty, f. boueana*, estas especies son típicas de esta zona y se encuentran caracterizando el área.

En la zona Submareal de 20 metros de profundidad promedio, la frecuencia de especies fue algo menor a la de 15 m. de profundidad. Las especies que predominaron son *Cibicides bertheloty, f. boueana, Nonion pizarrense, Nonionella miocenica y Rotalia becarii*. También se encontraron tipificando esta zona *Reophax cf. guttiferus y Trochammina advena.*

Bibliografía:

Boltovskoy, E. 1963. Foraminíferos y sus Relaciones con el Medio.- Argentina, Serv. Hidr. Naval., vol.1, n.-2, p.21-109.

Boltovskoy, E. 1964. Provincias zoogeograficas de America del Sur y su sector Antartico, según los foraminiferos bentonicos.- Inst. Biol. Mar. Mar del Plata, Bol.7, p.93-98, mapa.

Boltovskoy, E. 1965. Los Foraminíferos Recientes (biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica).- 510 pp., 114 texfigs.,EUDEBA, Buenos Aires.

Boltovskoy, E. 1976. Distribution of Recent Foraminifera of the South American Region. Academia Press. London. Vol.2, pp.171-183.

Boltovskoy, E. y E. Gualancañay. 1975. Foraminíferos Bentónicos Actuales de Ecuador. 1.- Provincia Esmeraldas.- Inst. Ocean.., Biol., vol.5, p.1-56.

Gualancañay, E. 1983. Foraminíferos Bentónicos del Golfo de Guayaquil.- Act. Ocean. Pacific., vol.2, n.-2, p. 589-657.

Gualancañay, E. 1986. Distribución de los Foraminíferos Bentónicos del Golfo de Guayaquil.- Act. Ocean. Pacific., vol.3, n.-1, p.93-120

Walton,W. R. 1952. Techniques for Recognition of Living Foraminifera. Cuhsman Found. For. Res., 3 (2).

EL ISLOTE EL PALMAR, RESULTADO DE UNA EVOLUCIÓN A LARGO PLAZO DE LA DISTRIBUCIÓN DEL DRENAJE ENTRE LOS RÍOS DAULE Y BABAHOYO EN LA CUENCA DEL GUAYAS ?

Por: Dumont J.F. [1], Santana E. [2], Soledispa B. [2] y King, A. [2]

Resumen

La morfología y la sedimentación del Islote El Palmar son analizadas dentro del marco de la red de drenaje de la parte sur de la Cuenca del Guayas, río arriba de la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo. La parte sur de la Cuenca del Guayas está caracterizada por la presencia de numerosos cursos abandonados, lo que sugiere una gran inestabilidad de su red de drenaje. Interfluvios mal definidos separan la red de drenaje del Río Daule con la del Río Babahoyo. En la zona de Vinces el drenaje está desviado hacia el este a lo largo de fallas o flexuras que afectan la superficie de la cuenca. Morfologías fluviales abandonadas a lo largo y al norte del estero Sabanilla (conectado al Río Daule) y otros en la parte central-oeste de la Cuenca del Guayas, sugieren una desembocadura antigua del río Vinces hacia el Río Daule.

La tendencia general de la evolución de la red de drenaje evidencia una migración hacia el este, lo que quita progresivamente tributarios del Río Daule a favor del Río Babahoyo.

El Islote El Palmar se formó sobre una base de barra longitudinal, pero su sedimentación evolucionó rápidamente en una planicie de marea. Su morfología bordeando el cauce del Río Babahoyo sugiere una formación por la debilidad del caudal del Río Daule y su represamiento por parte del río Babahoyo. Esta evolución actual es coherente con la evolución de la repartición del los tributarios de los ríos Daule y Babahoyo a más largo plazo. Este análisis sugiere que la presencia del Islote se enmarca en una evolución a largo plazo, probablemente acelerada por factores recientes (como la represa Daule-Peripa por ejemplo) y que entonces perdurará probablemente en el futuro, sin descartar recesos temporales posibles.

Abstract

We analyses the morphology and sedimentation of the El Palmar Islet considering the drainage network of the southern part of the Guayas Basin, upstream of the confluence of the Daule and Babahoyo rivers. The southern part of the Guayas Basin is characterized by the occurrence of numerous abandoned river segments, suggesting a great instability of the drainage network. The drainage divide between the Daule and Babahoyo rivers is not clearly defined. In the area of Vinces the drainage is deviated to the east along light structural elevations formed by a fault or fault associated flexures that bend the surface of the basin. Based on abandoned fluvial morphology along the small Sabanilla river (connected to the Daule River, as well as others in the central part of the Guayas Basin) we suggest that the Vinces River was previously a tributary of the Daule River.

The general tendency of the evolution of the drainage is an eastward migration, removing tributaries of the Daule River to redirect them toward the Babahoyo River.

The El Palmar Islet appeared initially as a longitudinal bar, but the recent evolution is that of a tidal flat sedimentation. The morphology of the islet on the side of the Babahoyo river suggests that the drainage of the Daule River is contained by the higher discharge of the Babahoyo River. This evolution is consistent with the distribution of the drainage of the two rivers observed at the scale of the upper Holocene. Our analysis suggests that the long term evolution of the El Palmar Islet has recent short term parameters such as the Daule-Peripa dam. This long term evolution suggests that the presence of the islet is probably well established, even if short term variation can result in a temporary decrease of the sedimentation.

Palabras claves: *Islote El Palmar, Morfología fluvial, Cuenca del Guayas, Tectónica*

[1] ESPOL, Guayaquil - Ecuador, e IRD, UMR Geosciences Azur
[2] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

La aparición del islote El Palmar en la confluencia del Río Daule con el Río Babahoyo, ha originado preocupaciones al respecto de su posible permanencia o extensión. Esta situación ha generado varias propuestas a nivel ingenieril para el control o la eliminación del islote por dragado, o simplemente dejando a la naturaleza seguir su curso, esperando que el islote desaparezca después de algunos años como ya ocurrió en el pasado (Fotos aéreas de los años 1950-1960)

Los estudios de modelos y las observaciones de campo indican que la morfología de la confluencia entre dos ríos está principalmente controlada por la relación de sus caudales respectivos, y el ángulo de la convergencia (Best, 1988). Si se modifica la relación y/o aumenta el ángulo se genera sedimentación en la salida del río menor o del río que marca un ángulo grande al encontrar el otro. Según Best (1988) las aguas que proceden del río menor o del río con ángulo fuerte dan vueltas en la zona de confluencia en lugar de correr de manera continua, lo que genera la sedimentación de un banco de arena.

Trabajos recientes de geomorfología fluvial demostraron también la importancia de considerar la forma y la extensión de la red de drenaje en el análisis de la morfología y sedimentación en las confluencias fluviales (Benda *et al.*, 2004).

La aparición del Islote en la confluencia del Río Daule con el Río Babahoyo no está acompañada por un cambio del ángulo de la convergencia, el cual es bajo y no favorece en si mismo la sedimentación. Los datos de caudales de los dos ríos indican que no son iguales; en promedio el caudal del Río Babahoyo supera el del Río Daule en un orden de 60% en verano y 66% en invierno (CAAM 1996). En 1979 el flujo medio total del Río Guayas superó el del Río Daule en un orden de 30-80 % (Wallingford 1981), lo que sugiere variaciones altas de la relación de los caudales respectivos, que son favorables a la sedimentación en la zona de confluencia.

Siguiendo la metodología de Benda et al. (2004), este trabajo investigará los criterios de evolución de la red de drenaje determinados por los cursos abandonados, a fin de establecer posibles cambios a mediano y largo plazo de la relación de los caudales respectivos de los ríos Daule y Babahoyo.

Se analizó la forma de la red de drenaje de la parte sur de la Cuenca del Guayas, desde Quevedo al norte hasta la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo al sur. La idea de que la distribución del drenaje en la Cuenca del Guayas es variable y puede tener un efecto sobre la repartición de los caudales respectivos de los ríos Daule y Babahoyo, es basada en dos elementos, uno geológico y el otro histórico.

El elemento geológico corresponde a la continuación de la Cuenca del Guayas hacia el Golfo de Guayaquil al sur, que fue una estructura tectónica activa durante el Cuaternario (Baldock, 1982; Deniaud, 2000; Deniaud *et al.*, 1999; Dumont *et al.*, 2005b). Esta actividad se continuó en la época más reciente del Holoceno (Dumont *et al.*, 2005a), y se manifiesta mediante la abertura del canal El Morro desde el ultimo interglaciar, pues este canal está en la continuación del eje de subsidencia Guayaquil-Babahoyo de la Cuenca del Guayas. Las cuencas tectónicas aluviales presentan frecuentemente cambios fluviales direccionales que reflejan las deformaciones de la superficie y la variación de los ejes de subsidencia (Dumont, 1992; Schumm -, 2000). Estos cambios pueden hacer variar la posición de los interfluvios y la repartición de los caudales dentro de la cuenca.

Un elemento histórico interesante es la relación reportada por Wolf (1892) de un cambio importante ocurrido durante el siglo 19 en la cercanía de Vinces. Una zanja llegó a desviar totalmente el curso del río mayor de la zona a lo largo de un tramo de ~ 40km, dando el curso actual del Río Vinces.

Se realizará un análisis preliminar de este evento antiguo a la luz de nuevos datos de morfología fluvial. Estos elementos morfológicos serán analizados con los datos sedimentológicos del islote El Palmar, a fin de precisar el tipo de sedimentación encontrado en este lugar y su coherencia con los elementos morfológicos.

Marco Geológico y Geomorfológico

La morfología de la región costera del Ecuador está estrechamente relacionada con la estructura de un margen activo, en el cual la Cuenca del Guayas ocupa una posición ante-arco.

La convergencia de las placas Nazca y América del Sur empezó hace 70 millones de años (Benítez, 1995; Benítez *et al.*, 1993; Jaillard *et al.*, 1990), contemporáneamente con la abertura del Océano Atlántico. El levantamiento de las cordilleras andinas empezó hace 9-10 millones de años (Steinmann *et al.*, 1999), conjuntamente con la abertura del Golfo de Guayaquil (Dumont *et al.*, 2005b; Steinmann *et al.*,

La Cuenca del Guayas emergió durante el Plioceno, acompañada por la formación de la cordillera costera al final de la misma época (Baldock, 1982). Este relieve costero provocó una concentración del drenaje al pie de los Andes, y su evacuación a lo largo de las dos zonas estructurales, bordeando el relieve costero, el Golfo de Guayaquil al sur y los corredores de fallas de Esmeraldas y de la Bahía Ancón de Sardinas al norte (Hall and Wood, 1985) (Baldock, 1982; Dumont *et al.*, 2003).

Importantes conos detríticos instalados en las vertientes de la Cordillera Occidental y controlados por la zona estructural Pastaza-Esmeraldas (Hall and Wood, 1985) determinan una línea divisoria transversal del drenaje costero que corre entre Chone (Cordillera Costera) y Santo Domingo (llanura de la Cordillera Occidental). El cono aluvial de Santo Domingo constituye por si mismo una línea divisoria del drenaje entre las cuencas de los ríos Daule-Babahoyo al sur, y Esmeraldas al norte. Ahora la cabeza del cono alimenta la cuenca Esmeraldas (Río Toachi), mientras que la superficie de la mitad sur del cono constituye las cabeceras del drenaje de la cuenca del Río Daule, de las cuales el Río Peripa es el más importante. Río abajo del Peripa, el Río Daule está mayormente alimentado por las pendientes orientales de la Cordillera Costera, y no recibe mayor aporte de la parte oriental de la Cuenca del Guayas, salvo el problemático Río Pula (ver más adelante).

La red de drenaje de la Cuenca del Guayas, muestra una dirección general hacia el suroeste en la parte norte, cambiando para correr hacia el sur y sureste en su parte sur (Fig. 1). Estas direcciones son controladas por fallas de direcciones aproximadamente NE-SO al norte, y NW-SE al sur (Fig. 1).

Algunas de estas fallas son identificadas por sus extensiones desde los bordes de la cuenca como las fallas Cascol, Rio Vinces y Ventana (Fig. 1) otras interpretadas a partir de las formas del drenaje en la cercanía de Vinces y entre Vinces y Quevedo más al norte (Fig. 2 y 3). Entre Guayaquil y Babahoyo, el Río Babahoyo sigue una depresión estructural marcada en el mapa geológico por una falla de desgarre que se extiende hacia Posorja al suroeste (Fig. 1) (CODIGEM, 1993; CODIGEM and BGS, 1993) (Baldock, 1982).

La continuidad de las terrazas marinas Cuaternarias está partida entre Posorja e isla Puná por el canal El Morro, ubicado en la extremidad suroeste de esta falla, indicando un movimiento posterior al último periodo interglaciar, es decir menos de ~125,000 años (Dumont et al., 2005b). La subsidencia marcada a lo largo de esta falla entre Guayaquil y Babahoyo determina la posición del Río Babahoyo y la convergencia de la red de drenaje hacia el Río Babahoyo (Winckell *et al.*, 1997).

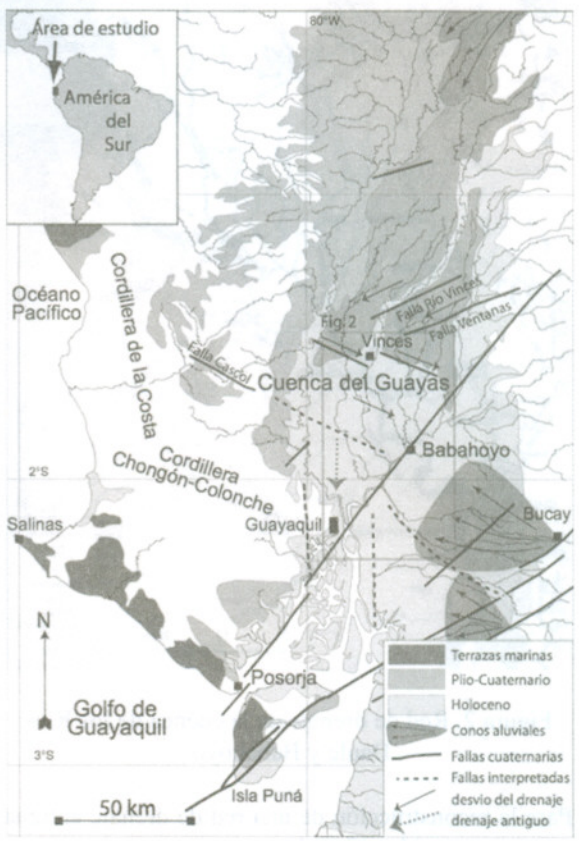


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio, y esquema del drenaje y de las estructuras cuaternarias mayores de la Cuenca de los ríos Daule y Babahoyo.

La parte central de la Cuenca del Guayas entre Palenque al norte y Guayaquil al sur, está caracterizada por una red de drenaje inestable, con cursos activos (Ríos Vinces, Macul) junto a formas de drenaje abandonados, lagos, pantanos (Wolf, 1892) (IGM, 1990). Las cuencas de drenaje de los Ríos Babahoyo y Daule son respectivamente de 22.442 y 12.058 Km2 (informe INOCAR, 2002).

Método de Estudio

El análisis de la red de drenaje de las cuencas aluviales incluye la identificación de los cursos abandonados y el análisis de sus características geométricas (sinuosidad de meandros, anchura de los cauces) para estimar y comparar sus paleo-caudales (Baker, 1978; Dumont, 1992; Dumont, 1996; Dury, 1970; Schumm et al., 2000).

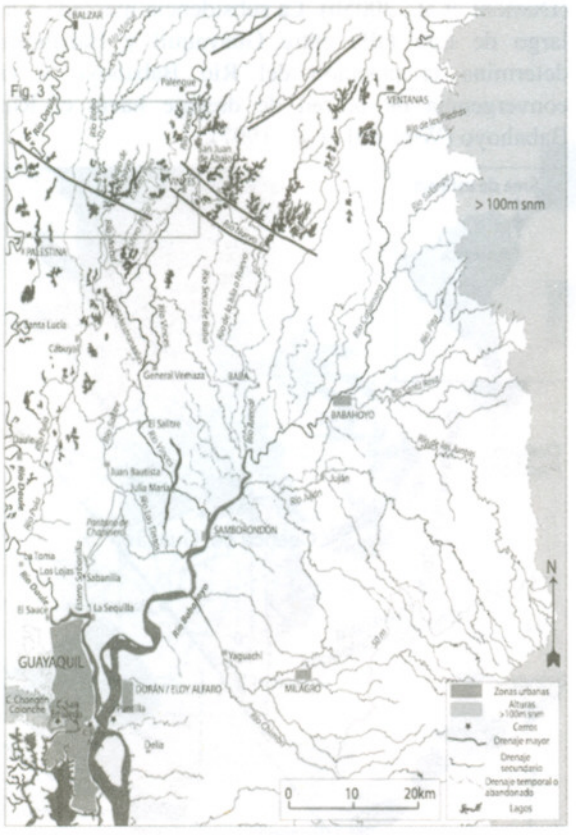


Figura 2. Red de drenaje de la cuenca de los Ríos Daule y Babahoyo.

Para la reconstrucción de una red de drenaje antigua es importante identificar las conexiones de los cursos abandonados con el drenaje activo río arriba y abajo de las huellas observadas. Las conexiones río abajo, son generalmente bien visibles porque son más favorables para que permanezca o aparezca de manera temporal un flujo reducido, dando cauces sub-adaptados es decir con formas más grandes que lo que permite el caudal (Dury, 1970). Al contrario, las conexiones río arriba son menos visibles porque son frecuentemente cauces completamente abandonados y secos, pero son más importantes porque corresponden al lugar donde se ubica el origen de la desviación del drenaje, ya sea por la sedimentación o la erosión (Bishop, 1995), o las deformaciones tectónicas (Dumont, 1991; Schumm and Winkley, 1994; Schumm *et al.*, 2000). Las morfologías relacionadas con la inestabilidad del drenaje incluyen también varias tipos de lagos, que fueron analizados en las cuencas subandinas por Dumont (1993, 1996). Una forma particular de lago corresponde a los "ría-lagos" , ría siendo usado aquí en su sentido original de quebrada o valle hundido, pero aplicado a valles interiores en lugar de costeros (Dumont, 1993; Gourou, 1949; Sternberg, 1950). Los "ría-lagos" son formas dendriformes semejantes a los lagos de represas, formados a la salida de un río menor hacia un río mayor en un área afectada por subsidencia regional, o a lo largo de un drenaje represado por una falla o un umbral tectónico.

El estudio del Islote el Palmar se realizó colectando tres tipos de datos: 1) observaciones multi-temporales de fotos áreas 2) mediciones topográficas en el campo, y 3) el estudio sedimentológico de núcleos de sedimentos del islote. El estudio multi-temporal abarca el periodo 1961-2001, con datos más detallados de hidrografía del INOCAR (no publicados) y fotos aéreas del periodo 1982-2001. En mayo de 2002 se hicieron observaciones morfológicas y topográficas del Islote, y la recolección de 9 núcleos de sedimentos dentro del mismo, con longitudes entre 60 y 110 cm, tomados con tubos de PVC. Los núcleos de sedimentos fueron analizados para observación de las estructuras sedimentarias de manera macroscópicas, microscópicas y con radiografía X de una lámina de 1 cm de espesor cortada longitudinalmente (Fig. 7).

Resultados

Red de drenaje en la Cuenca del Guayas

Los ríos Daule y Babahoyo se unen en el sur de la Cuenca del Guayas con direcciones de procedencia respectivamente del noroeste y del nor-noreste. Pero a pesar de tener direcciones de procedencia diferente, no es posible definir una línea divisora de las redes de drenaje respectivas de los dos ríos, en particular en la parte baja donde la topografía es menos de 20m s.n.m. (sobre el nivel del mar).

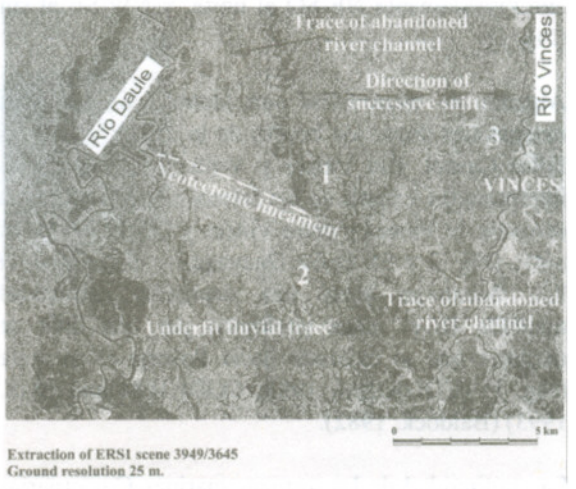


Figura 3. Imagen de radar del área localizada al oeste de Vinces. Las áreas húmedas están en negro. Observe las formas de rías-lagos terminando a lo largo de un alineamiento estructural. Tomado de un informe no publicado del IRD.

El Río Macul (localmente designado como Río Bobo o Pula) drena la zona intermedia entre los ríos Daule y Vinces, con desagües también hacia el Río Daule (mediante el Río Pula) y hacia el Río Babahoyo (mediante el Río Vinces) (IGM, 1990) (Fig. 2).

El Río Macul sigue un curso sub-paralelo al Río Daule, pero el interfluvio entre los dos es bajo, con cabeceras de tributario del Río Macul ubicadas muy cerca del Río Daule, lo que sugiere una situación potencial de captura (Bishop, 1995) del Río Daule hacia la parte central de la Cuenca.

Cuatro grandes clases de morfologías fluviales se observan en la planicie de la Cuenca del Guayas ubicada al sur de Palenque (Fig. 2):
1) los ríos activos, de los cuales el principal es el Río Vinces; 2) los ríos abandonados identificados por meandros amplios pero cauces estrechos y flujos episódicos; 3) los lagos y principalmente los ría-lagos como aparece en la figura 3; y 4) los pantanos y lagos temporales de tipo planicies de inundaciones, ubicados a lo largo de las fajas fluviales activas o abandonadas, y parcialmente indicados en la figura 2.

En las imágenes de radar la presencia del agua aparece en negro, lo que subraya la red de drenaje, los lagos y los pantanos. En la Figura 3 representando el oeste de Vinces se observan desde el oeste hacia el este: 1) el Río Daule con segmentos de curso bien cuadrados, lo que sugiere un control estructural; 2) un cauce fluvial fino con curvas amplias, característica de un curso probablemente sub-equilibrado; 3) un río con meandros cortos pero cauce anormalmente ancho, pasando río abajo a una ría-lago (Fig. 3, 1). Este corresponde al Río Bobo en la figura 2. Se observa en la figura 3 que el Río Bobo se une río abajo con dos ría-lagos, el Bajo de Nogoyo al oeste y el Estero Pijio al este (Fig. 2), toda la zona inundada termina bruscamente a lo largo de una línea de dirección oeste-noroeste; 4) un curso fluvial fino describiendo meandros amplios (Estero Pisco de la Fig. 2), forma característica de un curso fluvial abandonado. El estero Pisco se extiende río arriba hasta la cercanía del Río Vinces, en Palenque, río con el cual se conectaba antes de ser abandonado (Fig. 2); 5) el Río Vinces al este de la figura 3 (punto 3).

En el análisis de morfologías fluviales la presencia de ría-lagos indica formas de discontinuidad del drenaje por efectos relativos de la subsidencia (Dumont, 1993). Dos tipos de situaciones pueden formar ría-lagos en cuencas continentales:
1) una sedimentación fuerte a lo largo de un río mayor que represa las aguas menos o no cargadas de tributarios, o 2) la formación de un umbral estructural, flexura o falla, represando el drenaje que se encuentra desviado a lo largo de este umbral estructural en dirección de la parte mas baja de la cuenca. Los ría-lagos observados en la figura 3 corresponden evidentemente a este segundo caso, la posición probable del umbral o falla siendo marcado en la figura 2. El mapa topográfico sugiere formas similares al este de Vinces, con un umbral doble controlando el Río Nuevo y la parte alta del Río Seco de Baba (Fig. 2).

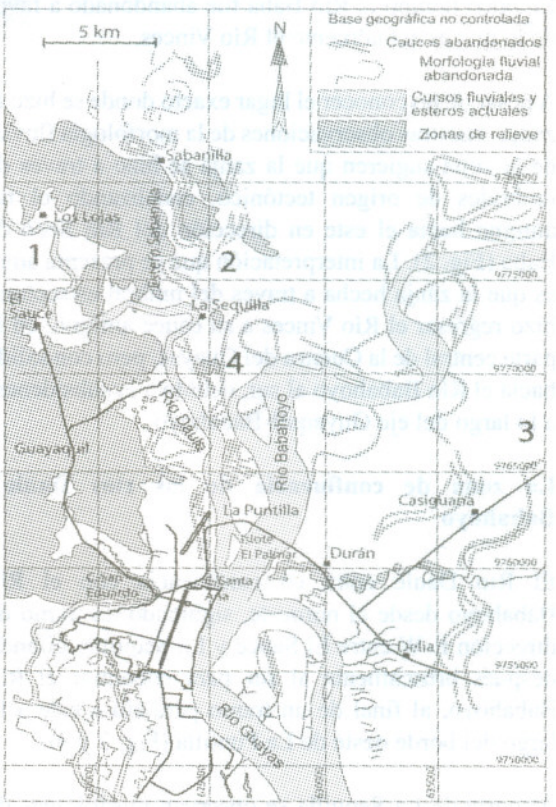


Figura 4. Morfologías fluviales observadas en las fotos áreas en la zona de confluencia de los ríos Daule y Guayas.

Numerosos cursos abandonados dibujando meandros amplios se observan al sur de Vinces, en ambos lados del curso actual del Río Vinces (Fig. 2). Esto significa claramente que esta parte central de la cuenca del Guayas ha sido lugar de varios cursos fluviales sucesivos, de los cuales es ahora difícil de describir la historia y las posiciones sucesivas con detalle.

Sin embargo, se identifica una orientación general N-S ocupando el área entre Salitral al oeste y 10km al noreste de Samborondón al este. Las figuras 2 y 3 indican una tendencia a la migración fluvial hacia el este, controlado por umbrales estructurales observados al este y al oeste de Vinces. El Estero Pisco (Fig. 2), antiguo curso del Río Vinces, sugiere una conexión antigua con el Río Pula, es decir una unión del Río Vinces con el Río Daule.

En su relación sobre el Río Vinces, Wolf (1892) indica que este río no existía en su posición actual antes del siglo 19. Desde un poco al norte de la ciudad actual de Vinces, este río seguía un curso más al este, siguiendo el cauce actual del Río Baba, ahora abandonado y nombrado por esto el Río Seco de Baba (Fig. 2). Según Wolf (1892), el cambio del Río Seco de Baba por el Río Vinces actual, resultó de la cavadura de una zanja en los barrancos del Río Baba con propósito de traer agua en una zona fuera del río. En poco tiempo el Río Baba fue abandonado a favor de lo que es actualmente el Río Vinces.

A pesar de no conocer el lugar exacto donde se hizo la zanja, nuestras observaciones de la morfología fluvial de la zona sugieren que la zanja se hizo a través de umbrales de origen tectónico, canalizando el río antiguo hacia el este en dirección del Río Seco de Baba (Fig. 2). La interpretación que se presenta aquí, es que la zanja hecha a través del umbral estructural hizo regresar el Río Vinces a su cauce antiguo, en la parte central de la Cuenca del Guayas, pero con salida hacia el Río Babahoyo al sur, debido a la subsidencia a lo largo del eje Guyaquil-Babahoyo.

La zona de confluencia de los ríos Daule y Babahoyo

El Río Daule entra en confluencia con el Río Babahoyo desde el noroeste, siguiendo un tramo de dirección E-W entre El Sauce y La Sequilla, girando después bruscamente al sur para encontrar el Río Babahoyo, al final de un tramo paralelo a este a lo largo del borde oeste de La Puntilla (Fig. 2 y 4).

Al norte de La Sequilla se observan morfologías de río abandonado a lo largo del Estero Sabanilla, en continuación del segmento final N-S del Río Daule (Fig. 4). La anchura del cauce y la sinuosidad de los meandros abandonados son comparables en tamaño a los del Río Daule actual, lo que significa que el río que formó estas huellas fluviales tenía un caudal cerca del Río Daule, según las relaciones morfológicas de Dury (1970).

Las conexiones río arriba del Estero Sabanilla son todavía inciertas, presentándose dos posibilidades: 1) una conexión hacia el N-NO con el Río Pula y Macul (Fig.2), o, 2) una conexión hacia el N-NE con el Río Salitre y la faja fluvial del Río Vinces. Esta ultima hipótesis esta considerada por Wolf (1892) en su análisis de los ríos de la Cuenca del Guayas. Consideramos también que es la hipótesis más consistente, en término de dirección, y también por la presencia de marcadores fluviales abandonados en la zona de El Salitre. Cualquier sea la posibilidad de conexión, primera o segunda, esto significa que el Río Vinces se conectaba antes con el Río Daule, y que en consecuencia el Río Babahoyo no se beneficiaba de este tributario.

La confluencia de los ríos Daule y Babahoyo se localiza actualmente río arriba del estrecho morfológico formado por los cerros del extremo oriental de la cordillera de Chongón-Colonche, entre el cerro Santa Ana al oeste y los cerritos de Durán al este (Fig. 1 y 2).

En la zona de confluencia se observan numerosas formas fluviales abandonadas indicando que la posición de la confluencia ha variado entre su posición actual, ubicada más al sur, y posiciones anteriores ubicadas hasta 15 km más al norte (Fig. 4). Sin embargo, la zona más frecuente de ubicación de la confluencia se encuentra aparentemente al norte de La Puntilla, donde se observa la parte más estrecha entre los dos ríos antes de su confluencia más al sur. Cursos abandonados son observados también al oeste entre los cerros Santa Ana y San Eduardo, testigos probables de una comunicación fluvial pasada hacia el Estero Salado.

Otras huellas fluviales abandonadas se observan más al este en la zona de Delia, al sur de Durán (fig. 2 y 4), pero indican un cauce más estrecho que el cauce actual del Río Babahoyo, lo que se puede interpretar de diversas maneras, entre las cuales es actualmente difícil de opinar: brazos laterales secundarios del Babahoyo; cursos más antiguos que marcan una época con menos caudal por razones climáticas, como se observa en los ríos Amazónicos (Baker, 1978; Dumont and Fournier, 2000); o una época antigua con un Río Babahoyo más débil que el Río Daule, que pasaba más al oeste. Esto significa que a largo plazo la zona de confluencia de los ríos Daule y Babahoyo es compleja, y ha variado en un espacio más grande que su ubicación actual.

Evolución morfológica del Islote El Palmar

Durante la época del estudio en 2001-2002 el islote se presentó con una forma sub-triangular, con una punta aguda hacia el suroeste (Fig. 5), que le daba al islote la apariencia de ser una continuación de la Puntilla. Mientras que el islote ocupa el canal del Río Daule, el borde sureste del islote subraya la continuación de la ribera occidental del Río Babahoyo (Fig. 5). La forma general del islote sugiere una barra transversal al nivel de la desembocadura del Río Daule hacia el Río Babahoyo, manteniendo dos comunicaciones ubicadas en los extremos del islote. El cauce principal con la corriente más fuerte se encuentra entre el Cerro

Santa Ana y la punta sur del islote. El islote se desarrolló sobre una barra anterior, observada en la foto de 1982, y que aparece en fotos anteriores de 1966, lo que sugiere una barra con aparición episódica. En la foto de 1982 esta barra está ubicada un poco al este de la parte central del canal, con una forma alargada en la dirección N-S, paralela al cauce del Río Daule. Corresponde a una barra longitudinal, y es de un tipo característico en los estuarios y en los ríos (Perillo, 1995; Schumm, 1972; Schumm and Winkley, 1994).

La evolución del islote determinada con levantamientos batimétricos realizados por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) en los años 1982, 1985, 1997, 1999, 2000 y 2001 (Fig. 6) muestra un cambio progresivo desde la barra longitudinal hasta la forma actual. El extremo norte del islote no cambió mucho, teniendo probablemente su posición definitiva desde 1985, pero se nota una extensión progresiva hacia el sur, al mismo tiempo que se amplía la anchura de la parte norte, llegando a la forma triangular actual.

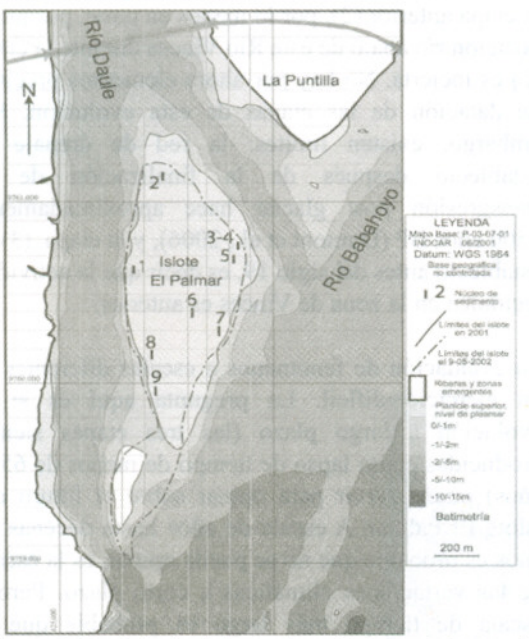


Figura 5. Morfología de la confluencia de los Ríos Daule y Babahoyo donde se forma el Islote El Palmar.

Estudios de núcleos de sedimentos

Los 9 núcleos obtenidos están distribuidos en las diferentes partes del Islote (Fig. 5). Todos son superficiales, de una longitud máxima de 110 cm, es decir que dan secciones de la parte alta o mediana de la zona de marea. Un núcleo tipo en la parte alta del islote está constituido desde el tope hacia la base por 0-20 cm de limo incluyendo láminas muy finas (inferior a 1 mm) de arena fina, 20-70 cm de láminas planas y finas de arena media a fina.

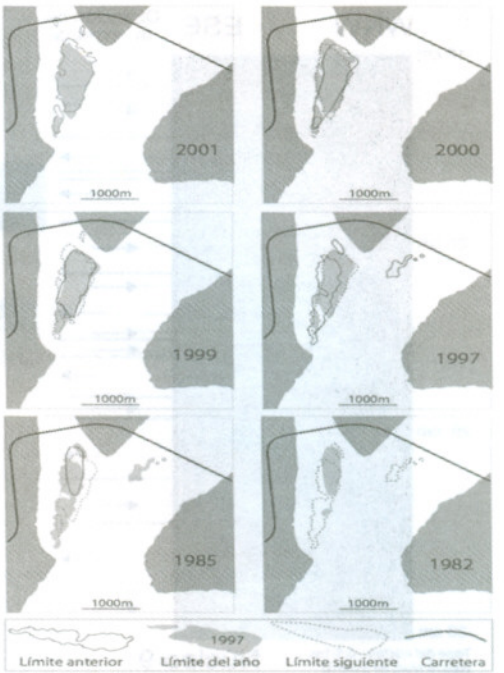


Figura 6. Análisis multi-temporal de la formación del Islote El Palmar.

Estas láminas aparecen frecuentemente en asociaciones triple, hechas de dos láminas finas de arena intercaladas con una lámina fina de limo. Es una sedimentación típica de las planicies de mareas (Weimer *et al.*, 1982).

En la parte inferior (70-110 cm) se observa sedimentación laminada de arena fina y de limo, pasando hacia abajo a una sedimentación de capas más potentes de limo, incluyendo lentes aislados de arena fina con estratificación oblicua tipo "wavey bedding" y "lenticular bedding", característica de las planicies de mareas (Reading and Colinson, 1996; Weimer *et al.*, 1982). Los núcleos 3, 4 y 5 (Fig. 5) están ubicados en el borde este del islote. Las estructuras sedimentarias observadas en los núcleos 4 y 5 son de tipo "ripple mark" fina, indicadores de corriente de baja energía.

El núcleo 3 presenta hacia arriba la transición a una sedimentación laminar indicando una poca profundidad ubicada en la zona intermareal alta. Los núcleos 7, 9 y 4, presentan facies lenticulares con estratificaciones oblicuas indicando direcciones opuestas de paleo-corriente (Fig. 7).

La orientación de los núcleos permite determinar direcciones de corrientes de procedencias alternamente del este o del oeste, lo que evidencia el efecto de la marea. En el núcleo 9 recogido cerca de la punta sur del islote se observaron las facies de marea de más alta energía.

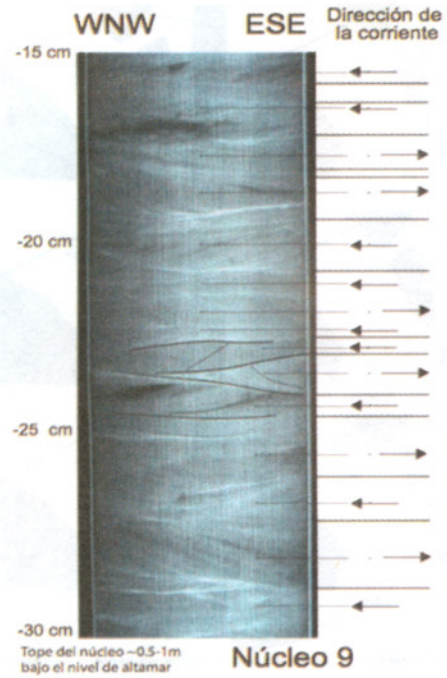


Figura 7. Corte sedimentológico de la parte superior del núcleo 9, observado con radioscopía X. Ver las capas de sedimentos con estratificación oblicuas indicando corrientes alternativamente de sectores WSW y ESE según la orientación inicial del núcleo.

Discusiones

Las morfologías fluviales observadas en la Cuenca del Guayas indican que la repartición del drenaje entre los ríos Daule y Babahoyo ha cambiado en el tiempo, y sigue probablemente inestable en sus posiciones actuales. Los cambios fluviales subrayan el efecto de la tectónica, en la forma local de umbrales estructurales formados por fallas, y a escala regional la subsidencia activa a lo largo del eje Babahoyo-Guayaquil. Migraciones fluviales generadas por la sedimentación y la acreción vertical dentro de la cuenca no parece tener un papel importante, o se encuentra de menor efecto que los cambios generados por la tectónica. Los ría-lagos de la región de Vinces son las evidencias más claras de deformaciones tectónicas que desvían la red actual, a veces en contra de las pendientes regionales. La historia contada por Wolf es característica de esta situación: si se corta de manera artificial el umbral tectónico que canaliza el río, se recupera el cauce antiguo como lo hizo el Río Vinces. El resultado que se aporta en este artículo, es que existe una tendencia regional a largo plazo de la transferencia de una parte del drenaje del Río Daule hacia el Río Babahoyo. Actualmente el Río Macul con su doble desagüe es emblemático de esta evolución. Su posición en la parte oeste de la Cuenca del Guayas, cerca del Río Daule, y la tendencia observada de su migración hacia el este marca el carácter precario del interfluvio entre las dos partes de la cuenca.

Las observaciones de morfología fluvial sugieren 3 etapas en la evolución del drenaje de la cuenca: una etapa antigua (1) corresponde a un desagüe del Río Vinces hacia el Río Daule a través del Río Macul, y probablemente más tarde a través del área de El Salitre hacia el Estero Sabanilla. Una etapa siguiente (2) correspondería a un curso del Río Vinces hacia el sur, atravesando la parte este del área de El Salitre, y conectándose con el Río Babahoyo al sur de Samborondón. La etapa (3) es la red de drenaje antes del siglo 19, con la actividad del Río Vinces hacia el Río Seco de Baba. Esta etapa resulta claramente de la actividad de las fallas y umbrales de la zona de Vinces, y la formación de los ría-lagos aguas arriba de los umbrales. La orientación de estos umbrales así como la subsidencia del eje Guayaquil-Babahoyo favoreció la tendencia a la migración del drenaje hacia el este. La situación actual corresponde por el Río Vinces a un retroceso a la posición que el tenia en la etapa anterior (2), por lo menos en parte, porque la posición río abajo de este Río Vinces durante la etapa (2) es incierta. No hay por ahora elementos precisos de datación de las etapas de esta evolución. Sin embargo, existen limites: la red de drenaje se estableció después de la finalización de la transgresión post glaciar hace aproximadamente 6500 años BP (Dumont et al., 2006), y la etapa (3) se estableció antes del siglo 19, es decir que la actividad tectónica en la zona de Vinces es anterior.

La evaluación de fenómenos a escalas diferentes es un ejercicio difícil. La pregunta aquí es si la evolución a largo plazo (las tres etapas siendo producidas en un lapso de tiempo de menos de 6500 años) pueda servir para opinar sobre el futuro del islote El Palmar. A escala de años hasta decenas de años es probable que no se pueda opinar, es la escala de las variaciones climáticas a corto plazo. Pero a escala de tiempo más largo es probable que el desequilibrio entre los dos ríos, a favor del Río Babahoyo va a permanecer.

El análisis sedimentológico de los núcleos del islote da evidencia del efecto de la marea. Este efecto no es sorprendente pues el islote se encuentra en la zona del efecto de la marea, que llega hasta Samborondón en el Río Babahoyo y La Toma en el Río Daule. Sin embargo esta sedimentación de planicie de marea aparece más al norte de lo que se conoce, lo que se puede interpretar como una migración hacia el norte de la zona estuarina. La pérdida de caudal del Río Daule combinado con la tendencia a la subida del

nivel del mar, el cual puede ser más importante en los estuarios tectónicos que en las otras costas (Davis 1993) puede explicar la formación del Islote.

Lo que se observa ahora es un conjunto de elementos de corto y largo plazo, que indican una tendencia a la pérdida de caudal del Río Daule a favor del Río Babahoyo. Es difícil de decir cual es el más efectivo en la actualidad, pero el resultado parece obvio. No se consideraron en este estudio los efectos antrópicos, y dentro de ellos la represa Daule-Peripa. La construcción de una represa resulta generalmente en una reducción del caudal del río, y un estrechamiento de su cauce (Andrews, 1986; Eustis, 2006), lo que va en el mismo sentido para favorecer la formación de un islote en la confluencia con el Río Babahoyo. Al final del siglo 19 Teodoro Wolf consideraba a los ríos Daule y Babahoyo con casi igualdad de importancia, rechazando opinar si uno es tributario del otro. Al ver la confluencia actual seria difícil de opinar de la misma manera.

Conclusiones y Recomendaciones

El islote El Palmar corresponde a una planicie de marea desarrollado encima de una barra transversal, formado por la debilidad del caudal del Río Daule con respecto al Río Babahoyo. Se puede considerar esta situación como temporal. Sin embargo, la evolución a largo plazo de la red de drenaje de la Cuenca del Guayas indica una pérdida progresiva de caudal del Río Daule con respecto al Río Babahoyo. Las tendencias de esta evolución a largo plazo sugieren que el islote va probablemente a permanecer. Esta tendencia coincide también con el fenómeno global de subida del nivel del mar -con tendencia a mover la zona estuarina hacia el norte- y la tendencia tectónica de la zona a la subsidencia.

Se analizó aquí el contexto regional de la aparición del Islote El Palmar. Sin embargo, faltan datos de morfología cualitativa (análisis del drenaje, conexiones), cuantitativa (elevaciones precisas, pendientes y cambios de pendientes de los ríos, estimaciones de caudales por medidas morfológicas), y dataciones de los cursos abandonados de mayor importancia para precisar las etapas y lo que provocó estos cambios. Analizando este caso, parece que el drenaje río arriba del Islote está caracterizado por una alta inestabilidad por razones tectónicas en primer lugar, pero combinadas con las variaciones climáticas durante del Holoceno. Conocer mejor estos parámetros será una necesidad para apreciar los cambios potenciales, y mantener un desarrollo sostenible.

Referencias

Andrews, E.D., 1986. Downstream effects of Flaminf Gorge Reservoir on the Green River, Colorado and Utah. Geol. Soc. Am. Bull, 97: 1012-1023.

Baker, V.R., 1978. Adjustment of fluvial system to climate and source terrain in tropical and subtropical environments. In: D. Miall (Editor), Fluvial sedimentology. Canadian Society of Petroleum Geology, pp. 211-230.

Baldock, J.W., 1982. Geología del Ecuador: Boletín de la explicación del Mapa Geológico de la República del Ecuador, Esc. 1:1'000.000. Min. Rec. Nat. Energ., Quito, 10., Quito.

Benda, L., Andras, K., Miller, D. and Bigelow, P., 2004. Confluence effect in rivers: interaction of basin scale, network geometry, and disturbance regimes. Water Resources Research, 40(W05402): 15.

Benitez, S., 1995. Evolution géodynamique de la province côtière sud équatorienne au Crétaca supérieur Tertiaire. Géologie Alpine, 71: 208p.

Benitez, S., Jaillard, E., Ordoñez, M., Jimenez, N.e. and Berrones, G., 1993. Late Cretaceous to Eocene tectonic sedimentary evolution of southern coastal Ecuador. Geodynamics implications, Abstracts int. Symp. of Andean Geodyn., Oxford.

Best, J.L., 1988. Sediment transport and bed morphology at river channel confluence. Sedimentology, 35(3): 481-498.

Bishop, P., 1995. Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. Progress in Physical Geography, 19(4): 449-473.

CODIGEM, 1993. Mapa tectono-metalogénico de la República del Ecuador, Quito.

CODIGEM and BGS, 1993. Mapa geológico de la República del Ecuador, escala 1/1 000 000°. British Geological Survey.

Deniaud, Y., 2000. Enregistrements sédimentaire et structural de l'évolution géodynamique des Andes Equatoriennes au cours du Néogène: Etude des bassins d'avant arc et bilan de masse. Géologie Alpine, Mémoire H.S.(32): 159.

Deniaud, Y., Baby, P., Basile, C., Ordoñez, M., Montenegro, G. and Mascle, G., 1999. Opening and

tectonic and sedimentary evolution of the Gulf of Guayaquil: Neogene and Quaternary fore-arc basin of the south Ecuadorian Andes. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Séries II A - Earth and Planetary Science, 328(3): 181-187.

Dumont, J.F., 1991. Fluvial shifting in the Ucamara Depression, as related to neotectonics of the Andean foreland-Brazilian craton border. Géodynamique, 6(1): 9-20.

Dumont, J.F., 1992. Rasgos morfoestructurales de la llanura Amazónica del Perú: efecto de le neotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas. Bulletin de l'Institut Français d'études Andines, 21(3): 801-833.

Dumont, J.F., 1993. Lake pattern as related to neotectonics in subsiding basins: the example of the Ucamara Depression, Peru. Tectonophysics, 222: 69-78.

Dumont, J.F., 1996. Neotectonic of Subandes-Brazilian craton boundaries using geomorphological data: the Marañon and Beni Basins. Tectonophysics, 257: 137-151.

Dumont, J.F. and Fournier, M., 2000. Marquage paléoclimatique des morphologies fluviales dans les bassins tectoniques: cas du bassin subandin péruvien. In: M. Servant and S. Servant-Vildary (Editors), Dynamique a long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux. UNESCO, pp. 115-119.

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., Valdez, F., Tihay, J.P., Usselmann, P., Ituralde, D. and Navarette, E., 2006. Fan beheading and drainage diversion as evidence of a 3200-2800 BP earthquake event in the Esmeraldas-Tumaco seismic zone; a case study for the effects of great subduction earthquakes. Geomorphology, 74: 100-123.

Dumont, J.F., Santana, E. and Vilema, W., 2005a. Morphologic evidence of active motion of the Zambapala Fault, Gulf of Guayaquil (Ecuador). Geomorphology, 65: 223-239.

Dumont, J.F., Santana, E., Vilema, W., Pedoja, K., Ordonez, M., Cruz, M., Jimenez, N. and Zambrano, I., 2005b. Morphological and microtectonic analysis of Quaternary deformation from Puna and Santa Clara Islands, Gulf of Guayaquil, Ecuador (South America). Tectonophysics, 399: 331-350.

Dury, G.H., 1970. General Theory of meandering valleys and underfit streams. In: G.H. Dury (Editor), River and river terraces. Mc Millan, London, pp. 264-275.

Eustis, B.N., 2006. Post-Dam effects on geomorphology of the Green River.

Gourou, P., 1949. Observcoes geograficas na Amazonia. Rev. Brasil. Geogr.

Hall, M.L. and Wood, C.A., 1985. Volcano-tectonic segmentation of the Northern Andes. Geology, 13: 203-207.

IGM, 1990. Babahoyo, Ecuador, Hoja NIV-SA 17-7, 1/250.000. In: E. 1 (Editor). Instituto Geográfico Militar, Quito.

Jaillard, E., Soler, P., Carlier, G. and Mourier, T., 1990. Geodynamic evolution of the northern and central Andes during Early to Middle Mesozoic times: a Tethyan model. Geol. Soc. of London, 147: 1009-1022.

Perillo, G.M.E. (Editor), 1995. Geomorphology and sedimentology of estuaries. Development in Geomorphology, 53. Eslsevier, 471 pp.

Reading, H.G. and Colinson, J.D., 1996. Clastic coasts. In: H.G. Reading (Editor), Sedimentary environments: Process, facies and stratigraphy. Blackwell Science, pp. 154-231.

Schumm, S. (Editor), 1972. River Morphology. Benchmark papers in Geology. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 429 pp.

Schumm, S. and Winkley, B.R. (Editors), 1994. The variability of large alluvial rivers. Am. Soc. Civil Engineers Press, NY.

Schumm, S.A., Dumont, J.F. and Holbrook, J.M., 2000. Active Tectonics and Alluvial Rivers. Cambridge University Press, Cambridge, 276 pp.

Steinmann, M., Hungerbühler, D., Seward, D. and Winkler, W., 1999. Neogene tectonic evolution and

exhumation of the southern Ecuadorian Andes: a combined stratigraphy and fission-track approach. Tectonophysics, 307(3-4): 255-276.

Sternberg, H.O., 1950. Vales tectonicas na planicie amazonicas? Revista Brasilera de Geografia, 4(12): 511-534.

Weimer, R.J., Howard, J.D. and Lindsay, D.R., 1982. Tidal flats and associated tidal channels. In: P.A.S.a.D. Spearing (Editor), Sandstone depositional environments. The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, pp. 191-245.

Winckell, A., Zebrowski, C. and Sourdat, M., 1997. Las regiones y paisajes del Ecuador. Instituto Geografico Militar, Quito, 417 pp.

Wolf, T., 1892. Geografía y Geología del Ecuador. Tipografía de F. A. Brockhaus 1892, Leipzig, 671 pp.

CARACTERÍSTICAS DE LA SEDIMENTACIÓN MARINA LITORAL COMPRENDIDA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y PUNTA ANCÓN, PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR

Por: Bolívar Soledispa [1]

Resumen

En este artículo se presentan los resultados de las investigaciones realizadas sobre sedimentos superficiales de fondo, desde el punto de vista textural y de los parámetros estadísticos.

Un total de 15 muestras de sedimentos de fondo, distribuidas en cinco perfiles perpendiculares a la línea de costa, y en cada uno tres muestras, del área entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón (Provincia de Santa Elena, Ecuador), fueron analizadas, estableciéndose que las de mezclas de arena y limo, mal clasificados, asimétricos positivos, son los que predominan en el área, aunque también hay arena de grano fino ubicado en la zona cercana a la orilla.

Los sedimentos limosos provienen principalmente de la erosión de los acantilados de Punta Ancón

Abstract

This article presents the research results of the sea surface sediments samples, based upon texture characteristics and statistical parameters.

15 samples of bottom sediments, distributed in five perpendicular profiles to the line of coast, and in each one three samples, from the area between Puntilla de Santa Elena and Punta Ancon (Province of Santa Elena, Ecuador) were analyzed. The result indicates a predominance of mixture, positive asymmetric, of sand and mud and, with poor classification, as well there is located fine grain sand in the zone near to the border.

The muddy sediments come especially from erosion of Punta Ancon cliffs.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

En este estudio se presentan datos de sedimentación marina, que son parte del conocimiento básico de las zonas costeras, y que su entendimiento es necesario en el estudio de la morfología costera, así como en la investigación de recursos naturales, entre ellos, las materias primas para la construcción: arena, grava y conchilla.

Estos recursos podrían convertirse en el futuro, en una fuente adicional de material, ahora que la industria de la construcción ecuatoriana está en una etapa de auge. Estos depósitos pueden ser hallados a poca y mediana profundidad, en la plataforma continental interna. Frente a las costas de los Estados Unidos por ejemplo, ya se extraen estos materiales; así mismo en los Países Bajos y en el Reino Unido, así como frente a las costas de Japón. El sistema de extracción es el bombeo o con dragas, siendo las profundidades más prácticas para su explotación, menores de 50 metros, y aunque no representan material de exportación, debido a su alto costo de extracción, sin embargo, es una alternativa para el creciente interés de construcción, particularmente alrededor de las costas (Zurita, 1989).

Por otro lado, la acción marina es la que modela la forma y evolución de la franja costera, así como el fondo marino, siendo la energía del mar, a través de las mareas, las olas y las corriente litorales, los principales agentes de estas transformaciones dinámicas.

Con relación a estudios previos sobre este tema en el área de estudio, estos son muy escasos, destacándose los siguientes: "Grandes Rasgos Geomorfológicos de la Costa Ecuatoriana: Proyecto de Manejo de Recursos Costeros" (Ayón 1988), que enfoca el efecto principal de la acreción y el efecto secundario de la erosión, y; "Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Guayaquil" (Benites (1975), que presenta el efecto de la sedimentación generada por el Estuario del Guayas.

Se hace necesario, por tanto, conocer estos cambios, porque la información actualizada sobre el material sedimentario, sirve para complementar la elaboración de las Cartas de Ayuda a la Navegación, que edita el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

Por lo antes señalado, la División de Geología Marina, del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), ha venido realizando investigaciones sobre estudios sedimentológicos a la largo de la zona costera, ríos y esteros de la costa ecuatoriana. Esta vez se planificó el proyecto titulado: "Características de la Sedimentación Marina Litoral comprendida entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón, Provincia de Santa Elena, Ecuador", el mismo que a continuación se expone.

Objetivo

El principal objetivo es el de determinar los tipos de sedimentos que predominan en el área de estudio, así como su distribución aproximada en el mismo.

Área de Estudio

El área de estudio es la zona costera comprendida entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Ancón, ubicada en la Provincia de Santa Elena, el oeste del país (Fig. 1).

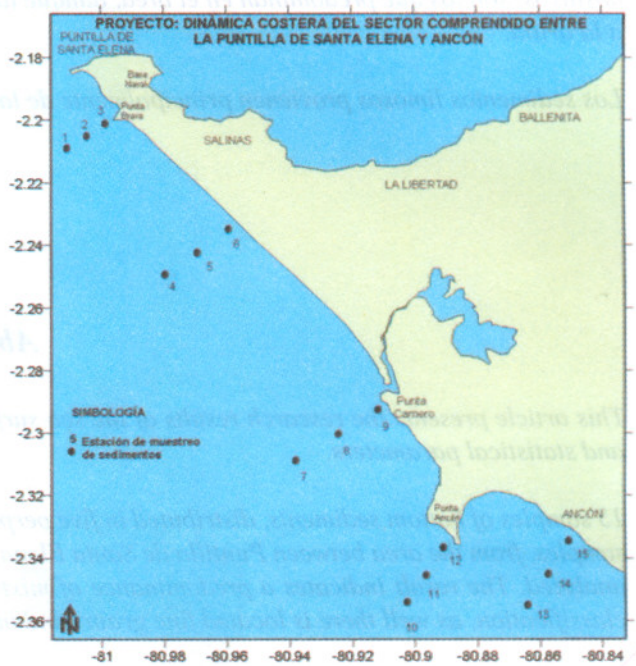


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo de sedimentos superficiales de fondo.

La costa de este sector es del tipo E, según la clasificación de Ottman (1967), es decir, una costa baja, rectilínea, con playas arenosas, presentando barrera litoral y campos de dunas. El ambiente costero es acrecional (Ayón, 1988), aunque también se presentan ciclos estacionales de erosión. En las lagunas presentes en el interior del área se extrae sal en forma industrial.

La zona ha sido sometida a un levantamiento relativamente lento (Pedoja et al, (2006), lo que implica que es poco probable que la sedimentación sea la continuación de una sedimentación de cuenca, y más bien que se trata de una depositación

post-glaciar, descansando con discordancia sobre el basamento que aflora en la costa, en Punta Carnero y Punta Ancón.

En este sector no hay un estuario importante que desemboque en el mar; el estuario más cercano es el del Guayas, ubicado aproximadamente a 90 kilómetros de distancia, y cuya desembocadura tiene una dirección tal, que hace que el área de estudio no tenga una influencia directa de dicho estuario.

Una de las principales características de este sector, conocido también como "mar bravo", es el choque violento de las olas, producido por los fuertes vientos, lo que hace que además de la erosión de la línea de playa, continuamente se estén produciendo las llamadas resacas, que ponen en peligro la vida de los bañistas (INOCAR, 1998).

El fenómeno natural que más se hace sentir en el país, especialmente en la zona costera, es El Niño, evento durante el cual las lluvias torrenciales provocan que los ríos transporten hacia el mar, grandes cantidades de material sedimentario del continente, produciendo cambios en la composición y distribución de los sedimentos que cubren el lecho marino.

Metodología de Trabajo

De Campo

Se tomaron un total de 15 muestras de sedimentos superficiales de fondo, distribuidas en cinco perfiles perpendiculares a la línea de costa, en cada uno de los cuales se colectaron tres muestras (Fig. 1), las mismas que fueron guardadas en fundas plásticas, previamente rotuladas.

Para este muestreo, realizado entre los días 19 y 22 de abril/2006, a bordo de una lancha contratada para tal efecto, se utilizó una draga de caída libre modelo Van Veen, que tiene una capacidad de muestreo de aproximadamente 2 litros de sedimentos. Para el posicionamiento de las estaciones de muestreo se utilizó el sistema GPS.

De Laboratorio

La granulometría de las muestras de sedimentos se determinó utilizando métodos estándar de análisis con tamices y pipetas, es decir, fueron lavadas sobre un tamiz No. 230, que tiene 0.0625 milímetros de abertura de malla, para separar la fracción gruesa (grava-arena), de la fracción fina (limo-arcilla). La fracción gruesa fue sometida al tamizaje seco, utilizando un juego de tamices U.S. Standard Testing Sieve, cuyas aberturas de malla están comprendidas entre 4 mm (Tamiz No. 5) y 0.0625 mm (tamiz No. 230); y un agitador mecánico Ro-Tap, durante 15 minutos (Folk, 1969).

La fracción fina, en cambio, fue tratada mediante el análisis de pipeta, el mismo que consiste en tomar alícuotas de la suspensión, previamente agitada, a una profundidad y tiempo predeterminados (Folk, 1969).

Las profundidades y tiempos de toma de las alícuotas, fueron obtenidas a partir de la ecuación de la velocidad de asentamiento de la Ley de Stokes (Krumbein y Pettijohn, 1938). La fracción retenida en el tamiz No. 35 fue analizada con un estereomicroscopio (De Miró, 1972).

Los porcentajes de los diferentes tamaños, así como los parámetros estadísticos, cuya interpretación sirve de base en la redacción del presente informe, se obtuvieron de acuerdo a un programa elaborado por el Centro de Datos Oceanográficos (CENDO), calculado en base a las fórmulas presentadas por Folk (1969).

Resultados

Las coordenadas de las estaciones de muestreo, con su profundidad; el porcentaje de las fracciones: grava, arena, limo y arcilla; así como los principales parámetros estadísticos, se presentan en las Tablas I, II y II, respectivamente.

Con los resultados del análisis granulométrico se elaboraron cuatro mapas: a) en base a la textura (Fig. 2); b) en base al diámetro medio (Fig. 3); c) en base al grado de clasificación (Fig. 4) y; d) en base al grado de asimetría (Fig. 5).

Siendo la textura, el parámetro principal de un sedimento, éste ha sido ampliamente utilizado en los estudios sedimentológicos (Carranza, 1980).

Este parámetro depende de muchos factores, ya que sus componentes son de orígenes muy variados, y por ende, de tamaños muy diferentes; algunos de estos sedimentos tuvieron que haber sido transportados, por lo que su tamaño dependerá de los efectos del transporte.

ZONA COSTERA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y ANCÓN			
COORDENADAS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO Y SU PROFUNDIDAD			
ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD (m)
1	02°14'07"S	80°58'54"W	21
2	02°13'36"S	80°58'48"W	17
3	02°13'15"S	80°58'39"W	9
4	02°16'55"S	80°56'40"W	20
5	02°16'33"S	80°56'06"W	16
6	02°16'12"S	80°55'45"W	8
7	02°19'30"S	80°55'39"W	17
8	02°18'34"S	80°55'19"W	15
9	02°17'10"S	80°54'57"W	7
10	02°18'37"S	80°53'59"W	17
11	02°19'15"S	80°54'28"W	14.80
12	02°19'27"S	80°54'01"W	5
13	02°21'40"S	80°52'19"W	13
14	02°20'46"S	80°52'16"W	11.50
15	02°19'56"S	80°51'44"W	4

TABLA I

ZONA COSTERA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y ANCÓN					
PORCENTAJES DE LAS FRACCIONES QUE CONFORMAN LOS SEDIMENTOS, Y SU TEXTURA					
ESTACIÓN	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	TEXTURA
1	3.30	34.79	54.31	7.60	LIMO-ARENOSO
2	-	66.97	32.65	0.38	ARENA-LIMOSA
3	-	99.81	0.19	-	ARENA
4	0.36	20.98	76.70	1.96	LIMO
5	2.21	49.65	47.47	0.67	ARENA-LIMOSA
6	0.57	98.65	0.78	-	ARENA
7	-	9.84	80.39	9.77	LIMO
8	2.74	18.29	70.83	8.14	LIMO
9	-	95.09	4.91	-	ARENA
10	ÁREA ROCOSA				
11	3.18	55.61	35.21	6.00	ARENA-LIMOSA
12	ÁREA ROCOSA				
13	0.37	28.11	66.29	5.23	LIMO-ARENOSO
14	-	26.28	67.32	6.40	LIMO-ARENOSO
15	0.11	71.79	21.75	6.35	ARENA

TABLA II

ZONA COSTERA ENTRE LA PUNTILLA DE SANTA ELENA Y ANCÓN			
PRINCIPALES PARÁMETROS ESTADÍSTICOS			
ESTACION	DIÁMETRO MEDIO (PHI)	DESVIACIÓN ESTANDAR (PHI)	GRADO DE SIMETRÍA
1	4.52 (Limo grueso)	2.24 (mal clasificado)	0.33 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
2	3.93 (Arena muy fina)	0.19 (Muy bien clasificada)	1.35 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)
3	2.54 (Arena fina)	-0.68 (Muy bien clasificada)	1.56 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)
4	5.10 (Limo grueso)	1.22 (Mal clasificado)	0.01 (Casi asimétrico)
5	3.45 (Arena muy fina)	0.48 (Bien clasificada)	0.78 (Asimétrica hacia los tamaños finos)
6	2.60 (Arena fina)	-0.63 (Muy bien clasificada)	1.98 (Asimétrica hacia los tamaños finos)
7	5.37 (Limo grueso)	1.18 (Mal clasificado)	1.35 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
8	4.62 (Limo grueso)	1.31 Mal clasificado)	0.34 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
9	2.24 (Arena fina)	-0.24 (Muy bien clasificada)	0.60 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)
10	ÁREA ROCOSA		
11	4.10 (Arena muy fina)	2.54 (Muy mal clasificada)	0.09 (Casi asimétrica)
12	ÁREA ROCOSA		
13	4.51 (Limo grueso)	1.52 (Mal clasificado)	-0.25 (Asimétrico hacia los tamaños gruesos)
14	4.74 (Limo grueso)	1.51 (Mal clasificado)	1.15 (Muy asimétrico hacia los tamaños finos)
15	4.19 (Arena muy fina)	1.00 (Mal clasificada)	1.04 (Muy asimétrica hacia los tamaños finos)

TABLA III

Según el porcentaje de los tres componentes principales: arena, limo y arcilla, se elaboró la Figura 2, en base a la cual se identificaron varios tipos de sedimentos, los cuales para una mejor comprensión se los ha reunido en dos grupos: arena y sedimento fangoso, este último conformado por: limo, arena-limosa y limo-arenoso, los mismos que a continuación se exponen:

Arena

Este sedimento arenoso, que tiene entre 71.79 y 99,81% de dicho material, y el porcentaje restante está conformado por grava, limo y arcilla (Fig. 2; Tabla II), se ubica cerca de la orilla, en una angosta franja que se extiende paralela a la línea de costa, y comprende las estaciones 3, 6, 9 y 15.

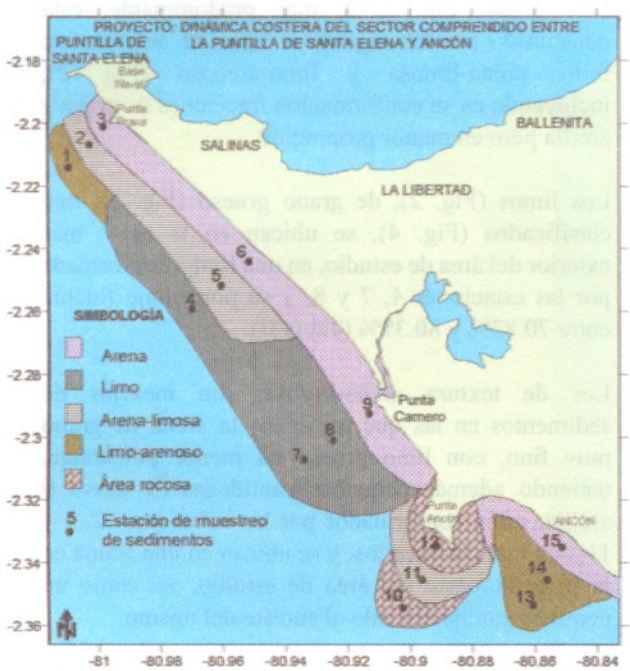


Figura 2. Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según su textura.

Según el diámetro medio (Fig. 3), son arenas de grano fino (Est. 3, 6 y 9) a muy fino (Est. 15), y están mezcladas con grava y arena, pero en menor proporción.

Además, estas arenas presentan una muy buena clasificación (Fig. 4; Est. 3 con –0.68 phi; Est. 6 con –0.63 phi y Est. 9 con –0.24 phi, Tabla III).

Según Krumbein (1963), los bajos valores de selección (menores de 2.5), corresponden a un sedimento bien clasificado; en otras palabras, hay una tendencia a presentar un único tamaño; mientras que los altos valores (mayores de 4.0), indican sedimentos mal clasificados (Fig. 4). En cambio, la estación 15, siendo también arenosa, y estando además ubicada en la orilla, presenta una mala clasificación por cuanto, además del porcentaje de arena (71.79)%), tiene un considerable porcentaje de limo (21.75).

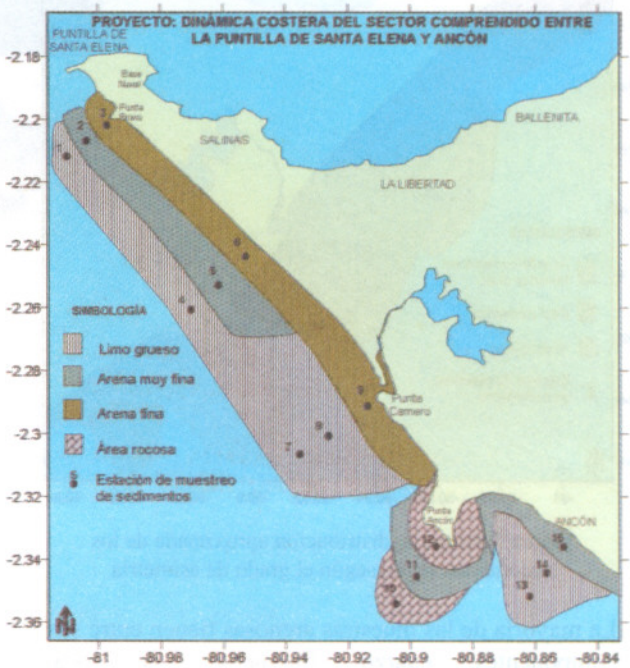


Figura 3. Mapa de distribución de los sedimentos según el diámetro medio

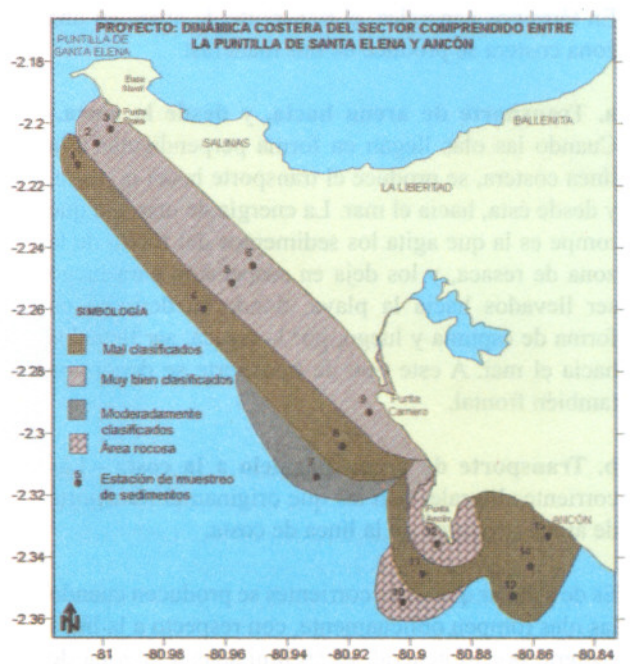


Figura 4. Mapa de distribución de los sedimentos según el grado de clasificación

Según su grado de asimetría, estas arenas son asimétricas hacia los tamaños finos, es decir, presentan un exceso de material de grano fino (Fig. 5).

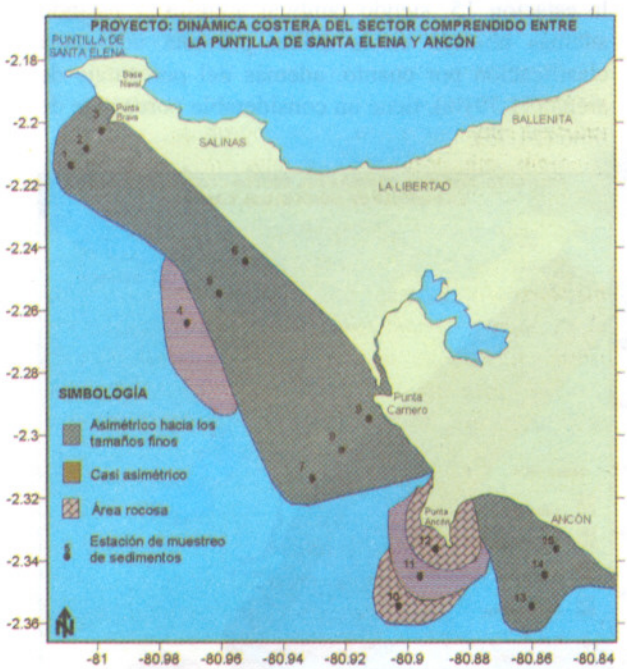


Figura 5. Mapa de distribución aproximada de los sedimentos según según el grado de asimetría

La mayoría de las muestras arenosas tienen entre sus componentes: cuarzo, fragmentos de roca, caparazones de foraminíferos planctónicos, espículas y fragmentos calcáreos.

En términos generales, el transporte de arena en una zona costera se produce de dos maneras:

a. Transporte de arena hacia, y desde la costa.- Cuando las olas llegan en forma perpendicular a la línea costera, se produce el transporte hacia la playa, y desde ésta, hacia el mar. La energía de una ola que rompe es la que agita los sedimentos del fondo de la zona de resaca, y los deja en suspensión para luego ser llevados hacia la playa, donde se derrama en forma de espuma y luego, por la resaca, ser llevados hacia el mar. A este tipo de transporte se denomina también frontal.

b. Transporte de arena paralelo a la costa.- Las corrientes litorales son las que originan el transporte de arena a lo largo de la línea de costa.

Es de señalar que estas corrientes se producen cuando las olas rompen oblicuamente, con respecto a la línea costera; por lo general, están limitadas a la zona de resaca y ocupan el primer lugar entre las corrientes que mueven sedimentos de la playa.

Este tipo de transporte consta de dos componentes: 1) El movimiento originado por las corrientes litorales y; 2) El vaivén de la arena en la anteplaya, producida por el rompimiento de las olas. La cantidad de movimiento de la rompiente origina una corriente litoral, debido a lo cual a lo largo de la costa se produce un movimiento de agua, mezclada con los sedimentos que dicha rompiente ha puesto en suspensión. Si sobre la costa se acumula más arena que la que pueden mover las olas, la línea costera acrecerá. Si en cambio, el suministro de arena es menor que la cantidad que pueden mover las olas, la costa se erosionará. (INOCAR, 1998).

La arena también puede provenir de la socavación originada por las olas en la zona de duna, especialmente cuando se presentan los aguajes.

Sedimento Fangoso

Este grupo, que es el más predominante, está constituido por los siguientes tipos de sedimentos: limo, arena-limosa y limo-arenoso (Fig. 2), incluyendo en su conformación fracciones de grava y arcilla pero en menor proporción.

Los limos (Fig. 2), de grano grueso (Fig. 3), mal clasificados (Fig. 4), se ubican en la parte más exterior del área de estudio, en una franja conformada por las estaciones 4, 7 y 8, y su porcentaje fluctúa entre 70.83% y 80.39% (Tabla II).

Los de textura arena-limosa, son mezclas de sedimentos en las que prevalece la arena de grano muy fino, con limo grueso en menor porcentaje, teniendo además pequeñas cantidades de grava y arcilla; están conformados por las estaciones: 2, 5 y 11; son mal clasificados, y se ubican en una franja en la parte noroeste del área de estudio, así como un pequeño parche ubicado al sureste del mismo.

Los de textura limo-arenosa, son también mezclas de sedimentos en las que predomina el limo de grano grueso con arena muy fina, están conformados por las estaciones: 1, 13 y 14, son mal clasificados, y se ubican en pequeños parches tanto en el extremo noroeste (hacia la Puntilla), como en el extremo sureste del área de estudio (frente a Ancón).

Área Rocosa

En la zona costera frente a Punta Ancón, concretamente en las estaciones 10 y 12, se llevaron a cabo varios lances de draga, sin que se colectaran muestras de arena o fango, pero se obtuvieron pequeños fragmentos de roca, por lo que a esos sectores se los ha clasificado como áreas rocosas (Fig. 2), las mismas que podrían ser la continuación de la mencionada punta rocosa, tal como se aprecia

en la Carta IOA-105-Bahía de Santa Elena (Isla Salango-Chanduy), editada por el INOCAR el 11 de agosto de 1980.

Cabe señalar que en la cima de Punta Ancón se asienta un hotel, el mismo que siempre tiene que estar protegiendo la base del acantilado, por cuanto el fuerte oleaje continuamente la está erosionado. Además, la estructura del hotel añade cargas al talud, lo que altera aún más su equilibrio natural.

Estas construcciones en zonas de acantilados exigen estudios más detallados, en los que se deben tomar en consideración factores tales como: la estabilidad del talud, la socavación del oleaje a la base del talud, los cambios en el nivel del mar, entre otros.

Discusiones y Conclusiones

La muy buena clasificación que presentan las arenas de las Estaciones 3, 6 y 9, Fig. 4, se debe a que como están ubicadas en la zona mareal y submareal, es decir, en el área de rompiente de olas, éstas por su dinámica se convierten en agentes clasificadores de grano, es decir, impiden la deposición de los sedimentos limo-arcillosos, quedando sólo el material arenoso cubriendo ese sector de la zona costera.

La estación 15, que también está ubicada en la orilla, sin embargo presenta una mala clasificación por cuanto está conformada por arena y limo, lo cual se debe a que la saliente rocosa de Punta Ancón, amortigua el fuerte oleaje, lo que favorece la deposición de material limoso, incluyendo arcilla.

En cuanto a su procedencia, estas arenas provienen de la plataforma continental, transportadas hacia las playas por la acción combinada de las olas, las corrientes y los vientos. Este transporte masivo de arena hacia la costa es lo que origina la erosión o acrecencia de las playas ecuatorianas. Por lo general, más del 90% del transporte de arena se produce en un sector comprendido entre la línea costera, y la línea exterior de rompiente de olas, el mismo que se conoce como zona de resaca, y cuya anchura puede variar de menos de 10 metros a varios centenares de metros. En el área de estudio la zona de resaca no es muy amplia (INOCAR, 1998). También provienen de los acantilados conformados por material sedimentario, los mismos que por su origen son de fácil erosión.

El Atlas Meteorológico del Mar Territorial Ecuatoriano, publicado por INOCAR en 1977, señala que las corrientes próximas a la costa, prevalecen hacia el norte en las Provincias El Oro, Guayas y Manabí. La deriva litoral presenta comportamientos estacionales, similares a los de las corrientes oceánicas, por lo que, salvo casos excepcionales, en general la deriva litoral se dirige hacia el norte, durante el estiaje; y hacia el sur, durante la estación lluviosa. Son estas corrientes litorales las que en ciertas épocas del año, erosionan o acrecionan las playas, incluyendo las del área de estudio.

En cuanto a la mala clasificación que presentan los sedimentos fangosos, esto se debe posiblemente al movimiento continuo al que son sometidos por las fuertes corrientes marinas, y por las de marea, lo que hace que siempre se mantenga la mezcla; también se debe al hecho de que están conformados por granos de diferentes tamaños, en porcentajes variados, tal como se aprecia en la Tabla II.

Por estas fuertes corrientes, que se reflejan en la zona de rompientes, es por lo que a este sector se lo conoce también como "mar bravo".

Los sedimentos limosos, incluyendo las arcillas, por su menor densidad, son acarreados en suspensión, posiblemente desde los acantilados que hay en el sector, especialmente de los de Punta Ancón, los mismos que están conformados por lutitas, limolitas y areniscas (Hoja Geológica No. 5 - Santa Elena, del Mapa Geológico del Ecuador, escala 1:100.000). Estos estratos sedimentarios, por estar fracturados y meteorizados, son de fácil erosión, por lo que una vez que la base del acantilado es socavado por las olas, por gravedad, la parte superior se desliza hacia abajo, amontonándose a sus pies, formándose los llamados conos de derrubios, los mismos que son transportados mar adentro, hasta los sectores donde las condiciones moderadas de las corrientes permiten que se depositen en el fondo.

En el sector frente a Punta Carnero, se aprecia una pro-gradación, es decir, un acrecimiento gradual de material limoso en sentido frontal, debido a que este material fino es transportado en suspensión, por las corrientes marinas, hacia mar afuera, donde, de acuerdo a las condiciones climáticas presentes en el área, se deposita en el fondo.

Es posible también que gran parte de los sedimentos limo-arcillosos que cubren el área de estudio, hayan sido transportados por los ríos intermitentes que se encuentran a lo largo de la zona costera, durante un fenómeno El Niño, evento ante el cual estos ríos acarrean gran cantidad de sedimentos finos, tanto de fondo como en suspensión.

Los sedimentos conformados por mezclas de arena y limo, en porcentajes variados, son los que predominan en el área de estudio, habiendo también sedimentos cuyo componente principal es el limo, todos los cuales están ubicados en su parte más exterior, en franjas paralelas a la línea de costa.

En la zona cercana a la orilla, en cambio, como es una zona de alta energía, donde las olas hacen una clasificación del sedimento, son las arenas de grano fino, las que prevalecen.

Los sedimentos limosos, incluyendo las arcillas, provienen principalmente de los acantilados del sector de Ancón, conformados por rocas sedimentarias (lutitas, limolitas y areniscas), las mismas que son fácilmente erosionables, tanto por las olas de mar como por el agua de lluvia.

Bibliografía

Ayón H., 1988. Grandes Rasgos Geomorfológicos de la Costa Ecuatoriana. Proyecto de Manejo de Recursos Costeros. Ministerio de Energía y Minas, Universidad de Rhode Island y Agencia para el Desarrollo Internacional de los EE. UU. Informe No. 1; Pag. 18.

Benítes S, 1975. Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental del Golfo de Guayaquil. Pag. 77.

Carranza A., 1980. Ambientes Sedimentarios Recientes de la Llanura Costera Sur del Istmo de Tehuantepec; An. Centro Ciencias del Mar y Limnología; Univ. Nac. Auton. Méjico. Pag. 43.

De Miró M., 1972. Curso de Geología Marina. Programa de Investigación y Exploración Oceanográfica 1971-1975; Pag. 47.

Hoja Geológica No. 5, Santa Elena, 1974. Mapa Geológico del Ecuador

Folk, R. L., 1969. Petrología de las Rocas Sedimentarias. Instituto de Geología de la U.N.A.M.; México. Pag. 80 - 110.

INOCAR, 1998. Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Levantamiento Hidrográfico requeridos para la Ampliación del Muelle del Yacht Club de Salinas. Pag. 59 - 60.

INOCAR, 1992. Estudio de las Características Sedimentológicas de la Zona Litoral comprendida entre Anconcito y General Villamil (Playas), Provincia del Guayas, Ecuador.

INOCAR, 1990. Estudio Composicional de las Arenas Ferrotitaníferas del sector comprendido Entre el Estero Data de Posorja y el Monasterio de Santa Teresa, Provincia del Guayas, Ecuador. Pag. 81.

INOCAR, 1989. Estudio Sedimentológico y Mineralógico de la Plataforma Continental Ecuatoriana en el tramo comprendido entre Salinas y Ayampe.

INOCAR, 1977. Atlas Meteorológico del Mar Territorial Ecuatoriano.

Krumbein, W.C. y Pettijohn F. J., 1938. Manual Petrografía Sedimentaria. Pag. 91.

Krumbein *et al.*, 1963. Estratigrafía y Sedimentación. Segunda edición traducida al español. Pag. 116.

Ottman, F., 1967. Introducción a la Geología Marina y Litoral. EUDEBA. En Manuel de Miró, 1972, Curso de Geología Marina. Programa de Investigación y Exploración Oceanográfica 1971-1975. Pag. 6.

Pedoja *et al*, (2006). Marine Geology No. 228, Pag. 73-91.

Zurita F., 1989. Posibilidades de la Investigación Científica (Geológica –Minera) en los Fondos Marinos del Ecuador. Legislación Minera Submarina y su Impacto Ambiental (Pag. 4).

Agradecimiento

El autor expresa su agradecimiento al CPFG.-EM Mario Proaño Silva, Director del INOCAR; al TNNV-SU Aurelio Aldaz Gordillo, Jefe del Dpto. de Ciencias del Mar; así como al TNNV-SU Giorgio De La Torre Morales, Jefe de la División de Estudios Costeros, por el apoyo brindado para la publicación del presente trabajo.

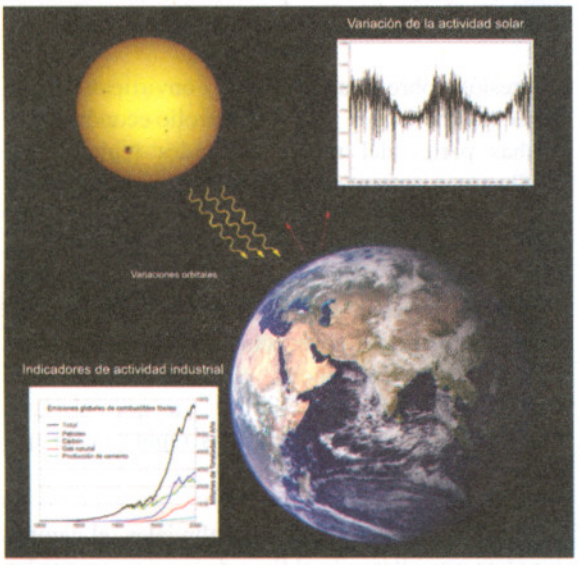
BREVES APUNTES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Por: Eduardo Zambrano [1]

Conforme a las estadísticas que se manejan en muchos centros de investigación climática, los últimos 10 años han sido los más cálidos desde que se llevan registros, los científicos anuncian que en el futuro el ambiente será aún más tórrido.

La mayoría de los expertos están de acuerdo en el sentido de que los humanos ejercen un impacto directo sobre este proceso de calentamiento, proceso generalmente conocido como el "efecto invernadero".

El efecto invernadero es una condición natural de la atmósfera terestre. Algunos gases, tales como los vapores de agua, el dióxido de carbono (CO_2) y el metano son llamados gases invernadero, pues ellos atrapan el calor del sol en las capas inferiores de la atmósfera. Sin ellos, nuestro planeta se congelaría y nada podría vivir en él.



Esquema ilustrativo de los principales factores que provocan los cambios climáticos de la Tierra. La actividad industrial y las variaciones de la actividad solar se encuentran entre los más importantes.
Dibujado por Wricardoh
Fuente: WikipediA

A medida que el planeta se calienta, los casquetes polares se derriten. Además el calor del sol al llegar a los polos, es reflejado de nuevo hacia el espacio y al derretirse los casquetes polares, menor será la cantidad de calor que se refleje, haciendo que la tierra se caliente aún más; el calentamiento global también hará que se evapore más agua de los océanos y si el vapor de agua actúa como un gas invernadero, habrá pues un mayor calentamiento, a esto se lo conoce como "efecto amplificador".

Los seres humanos son responsables de gran parte del calentamiento global del planeta. La IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), es un grupo Intergubernamental de aproximadamente 2500 meteorólogos, auspiciados por las Naciones Unidas, que se encuentran dedicados a investigar por que la Tierra se esta calentando.

Este panel ha concluido que el calentamiento ocurre por el efecto invernadero, debido a que la luz solar penetra desde el espacio exterior, choca contra la superficie del planeta, se convierte en calor y luego es irradiada de regreso hacia el espacio exterior. (Hasta aquí el proceso es el típico). Sin embargo, una parte del calor no puede escapar porque es reflejada nuevamente hacia la Tierra por los gases que producen el invernadero. Estos gases, vapor de agua, dióxido de carbono y metano permiten que la luz pase pero impiden que el calor salga, simulando así un invernadero, y por ende calentamiento.

El efecto invernadero es un fenómeno originalmente útil y natural, sin él, la Tierra seria una roca congelada. En pocos años, los seres humanos han aumentado el efecto invernadero natural por incremento en la emisión de gases relacionados con la quema de combustibles fósiles: carbono, petróleo y gas natural, además de la liberación de carbono por la deforestación de grandes áreas boscosas. El contenido de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado en un 31% en los últimos siglos.

La quema de combustible fósil y la deforestación agregan aproximadamente unas 7 mil millones de toneladas métricas de dióxido de carbono a la atmósfera cada año.

La ganadería ha aumentado el contenido de metano de la atmósfera (por emisión de gases por parte del ganado vacuno), otras fuentes lo constituyen los cultivos de arroz y la disposición de la basura en los rellenos sanitarios.

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

A partir de 1995 han emergido muevas evidencias, indicando que la Tierra realmente se esta calentando a causa de actividades humanas. La temperatura promedio de la Tierra ha ido aumentando, siendo más acelerado al final del siglo pasado. Se podría afirmar que los últimos once años han sido los más calientes.

Las regiones polares del planeta se están calentando mucho más rápido, existen estudios que afirman que Alaska es ahora 6ºC más calida que hace 35 años. Otro efecto que se presenta al descongelarse el polo norte, es la relacionada con la turbera enterrada en la tundra que se pudre, liberando dióxido de carbono, lo cual acentúa el efecto de invernadero y produce un mayor calentamiento el cual a su vez incrementa la putrefacción y la liberación de dióxido de carbono.

La tundra ártica ha sido un depósito de carbono durante los últimos 9000 años, sin producir emisiones, hasta 1982. El gas metano de la putrefacción de la tundra es 20 veces más potente que el dióxido de carbono en crear el efecto invernadero.

Por otro lado tenemos que desde 1940 la temperatura promedio del verano Antártico ha aumentado 2,5ºC. Las plataformas de hielo a lo largo de la costa de la Península Antártica han venido rompiéndose perdiéndose en los últimos 50 años alrededor de 7000 kilómetros cuadrados. Groenlandia, considerado como el segundo glaciar más grande del mundo, adelgaza su capa de hielo en aproximadamente un metro por año.

Incremento de la humedad atmosférica.-

La humedad en la parte baja de la atmósfera ha aumentado aproximadamente en un 10% durante los últimos 20 años, las tormentas se han duplicado, el fenómeno de El Niño (intenso calentamiento del océano, localizado en la zona ecuatorial del Océano Pacifico) ha incrementado su frecuencia, con eventos de mayor duración.

El Tratado de Kyoto (1997) es un acuerdo internacional que busca frenar la producción de gases invernadero. En el encuentro de Kioto (Japón), los E.U.A. amenazaron con retirarse si su enfoque era rechazado.

Los E.U.A. no están de acuerdo en acceder a la disminución de la emisión de carbono, sino que sostiene que el calentamiento global depende de la capacidad de los bosques y suelos agrícolas para absorber el exceso de dióxido de carbono de la atmósfera. Científicos del gobierno de los E.U.A. intentaron demostrar que los bosques y suelos de Norteamérica estaban absorbiendo todo el dióxido de carbono que era liberado por la quema de combustibles fósiles en Norteamérica. Así los E.U.A. exigieron que los bosques fuesen incluidos en el Tratado de Kioto como depósitos de carbono.

En condiciones ideales, los bosques pueden absorber hasta un 50% del exceso de dióxido de carbono de la atmósfera, pero para ello se requiere que todos los árboles fuesen jóvenes y sean receptivos al dióxido de carbono como el pino loblolly. Cuando mueran los árboles, ellos liberaran el exceso de carbono de nuevo al ecosistema. Para prevenir el calentamiento global, los árboles tendrían que mantener el exceso de carbono fuera de la atmósfera para siempre.

El agua un elemento estratégico en el siglo XXI.-

En gran medida, nuestros sistemas políticos no están preparados para los retos reales del mundo actual. El crecimiento económico global y el aumento de las poblaciones están presionando como nunca antes al ambiente físico y estas presiones a su vez están causando retos sin precedentes a nuestras sociedades.

La presión sobre el agua se está convirtiendo en un obstáculo importante para el desarrollo económico en muchas partes del mundo. Grandes regiones del mundo van a enfrentarse a grandes crisis del agua en años venideros, con consecuencias que potencialmente podrían ser terribles. En regiones como China y la India el aumento de la producción agrícola ha derivado en la excavación de millones de pozos con el fin de aprovechar el agua subterránea para la irrigación. Ahora, el nivel freático está bajando a un ritmo peligroso ya que el agua subterránea se extrae mucho más rápido de lo que tardan las lluvias en reponerla.

Además, aparte de los patrones pluviales, el cambio climático está alterando el flujo de los ríos, ya que los glaciares que proveen una cantidad enorme de agua para la irrigación y el uso doméstico se están derritiendo rápidamente debido al calentamiento global. La nieve de las montañas se derrite más temprano que de costumbre durante la estación, por lo que los ríos disponen de menos agua durante los veranos cada vez son más largos. Por todas estas razones, la India y China están experimentando serias crisis de agua que probablemente se intensifiquen en el futuro.

Del mismo modo en que las presiones sobre la oferta de petróleo y gas han elevado los precios de la energía, las presiones ambientales podrían ahora elevar los precios de los alimentos y del agua en

muchas partes del mundo. Esto lo vemos actualmente que debido a las ondas cálidas, las sequías y otras presiones sobre el clima que han habido en Estados Unidos, Europa, Australia y otros lugares, los precios del trigo se están disparando a niveles más altos. Así, vemos como las presiones ambientales ya están empezando a golpear los ingresos y los medios de subsistencia en todo el mundo.

Con el aumento de las poblaciones, el crecimiento económico y el cambio climático, nos enfrentaremos a la intensificación de sequías, huracanes, tifones, fenómenos de El Niño, presiones sobre el agua, ondas cálidas, extinciones de especies, inundaciones y más. Sin embargo, muchos de nuestros gobiernos apenas reconocen esta verdad fundamental, de igual importancia para la seguridad global que todos los lugares conflictivos.

Impacto del cambio climático en América Latina.-

Las cadenas montañosas de América Latina influencian marcadamente su clima, el ciclo hidrológico y la biodiversidad. Estas cadenas montañosas son regiones en las que se originan ríos caudalosos (p.ej. los tributarios de las cuencas del Amazonas y el Orinoco) y representan focos importantes de diversificación biológica. Las áreas montañosas están altamente expuestas a fenómenos extremos de tiempo y clima, tales como temperatura o precipitación inusualmente alta o baja. El estudio agrometeorológico de la zona andina provee información detallada sobre las limitaciones particulares que el clima impone al desarrollo en los elevados altiplanos y áreas de montaña de América del Sur, en los Andes centrales (Ecuador, Perú y Bolivia).

Vulnerabilidad e impactos.-

Los Modelos de Circulación General no proveen proyecciones regionales suficientemente precisas, y por eso los escenarios de cambio climático para las áreas de montaña de América Latina son altamente inciertos. Una falencia adicional es la escasez de registros continuos y confiables de datos meteorológicos e hidrológicos en la mayor parte de las áreas montañosas. Si el clima cambiara como se prevé en los escenarios del IPCC (Intergovernmental Panel Climate Change), se reduciría el período de tiempo en que la nieve permanece como tal, alterando la temporalidad y la amplitud del escurrimiento que se origina en la nieve/hielo y aumentando la evaporación, con la consecuente alteración de los ecosistemas en alturas, y afectando a las comunidades que dependen de este escurrimiento. Si los fenómenos extremos aumentan en frecuencia y/o intensidad, los aluviones, las inundaciones súbitas y los incendios podrían hacerse más frecuentes, así como la inestabilidad del suelo. Aún en entornos montañosos subhúmedos, los incendios en la época seca, seguidos por fenómenos lluviosos intensos, antes que se haya registrado una recuperación sustancial de la vegetación, conducen generalmente a una modificación casi irreversible del paisaje.

El calentamiento en regiones de alta montaña conduciría a la reducción o desaparición de superficies significativas de nieve y hielo. Además, los cambios en la circulación general resultantes del calentamiento global pueden modificar las cantidades de nevadas con un efecto directo en la renovación del suministro de agua y la variabilidad del escurrimiento y del agua subterránea en las áreas de pie de montaña. Los glaciares están fundiéndose en forma acelerada en los Andes ecuatorianos.

Los impactos esperados del cambio climático sobre la diversidad biológica de los ecosistemas de montaña incluirían la pérdida de las zonas climáticas más frías hacia el pico de las montañas y el desplazamiento de todos los cinturones de vegetación remanente pendiente arriba, con una pérdida neta en biodiversidad. Los topes de las montañas pueden hacerse más vulnerables a presiones ambientales.



Evidencia del Calentamiento Global

El desplazamiento de los cinturones altitudinales de cultivo y tierras de pastoreo puede ser dramático en áreas rurales densamente pobladas de los Andes centrales. Estudios sobre el efecto del cambio climático en la sierra central de Ecuador han mostrado que el crecimiento y rendimiento de los cultivos están controlados por interacciones complejas entre diferentes factores climáticos y que los métodos específicos de cultivo pueden permitir la sobrevida de cultivos en sitios donde los microclimas podrían, de otra manera, no resultar apropiados.

En muchas regiones de montaña, los lugares de turismo y las grandes áreas urbanas vecinas se han extendido hacia áreas de alto riesgo, y estarán crecientemente amenazadas por la inestabilidad de las pendientes y el riesgo de inundaciones, particularmente como consecuencia de fenómenos extremos agravados por el cambio climático. Situaciones de esta naturaleza ya han sido observadas en alguitas ciudades andinas.

Los cambios en la escorrentía por la fusión de la nieve/hielo y por los cambios en las nevadas en las altas cumbres impactarían importantes sectores y actividades (suministro de agua dulce, agricultura, industria y generación de energía) en las áreas de pie de montañas de los Andes, donde, en vista de la importancia de las actividades económicas involucradas, es necesaria la adopción de urgentes medidas de adaptación.

El INOCAR y el Cambio Climático.-

Desde la década del 70 el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) viene desarrollando una amplia agenda en el estudio del clima marino costero del Ecuador. Para el efecto instaló y mantiene una red de observaciones meteorológicas integrada por estaciones ubicadas en los puertos de San Lorenzo, Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puerto Bolívar y Galápagos; estas estaciones efectúan observaciones cada tres horas de parámetros clásicos de meteorología incluyendo datos de la temperatura superficial del mar; en la actualidad se esta cambiando las estaciones manuales a estaciones automáticas que proveerán de información cada hora de manera permanente.

Estas estaciones meteorológicas de la red que mantiene el INOCAR no estarían completas sin la información del nivel medio del mar, para lo cual están equipadas con un mareógrafo para el registro horario de las variaciones del nivel del mar, lo que ha permitido crear una importante base de datos con información de nivel del mar y de temperatura.

Sistemáticamente durante los cruceros oceanográficos estacionales se ha recolectado información sobre las características oceanográficas, la flora y fauna a nivel de los primeros eslabones de la cadena trófica de nuestro mar territorial, lo que a no dudarlo permitirá establecer los cambios en la composición y distribución espacio temporal de estos organismos y su relación con la viabilidad del clima marino y con eventos extremos de origen oceánico como El Niño.

Otro importante trabajo que realiza el INOCAR es el relacionado con el Fenómeno de El Niño. El Gobierno Nacional en el año 2001 creó un Comité Interinstitucional multidisciplinario para el Estudio de El Niño, como contraparte nacional del Comité ERFEN (Estudio Regional del Fenómeno de El Niño) de la CPPS (Comisión Permanente del Pacífico Sur); este comité se denomina Comité Nacional ERFEN en el cual el INOCAR ejerce la secretaría técnica permanente; este Comité Nacional ERFEN se encuentra integrado por Instituto Nacional de Pesca (INP), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), Universidad de Guayaquil, Direccional Nacional de la Defensa Civil del Ecuador (DIDECI) Dirección de Aviación Civil (DAC); instituciones cuyas investigaciones tienen relación con el ambiente océano atmósfera y de prevención y mitigación de desastres de origen oceánico.

Durante las reuniones del Comité Nacional ERFEN se ha podido constatar la reducción del periodo de lluvia en la costa del Ecuador, a pesar de que el océano adyacente presente condiciones de calentamiento, la atmósfera manifiesta un comportamiento diferente al usual para estos eventos. Así mismo el Comité Nacional ERFEN ha detectado que desde el año 1999 los valores que se utilizan para representar las condiciones medias del clima ecuatoriano, han sufrido cambios importantes, siendo este nuevo periodo 1999-2007, más cálido y menos lluvioso en comparación con los valores normales tradicionales que se utilizan para describir el clima de la costa ecuatoriana. Lo que abre una nueva interrogante sobre la migración que esta sufriendo la climatología de la costa ecuatoriana, interrogante que debe ser resuelta lo mas pronto posible.

Bibliografía.

Greenpeace, Argentina. Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre El Cambio Climático. Impactos regionales del cambio climático: Evaluación de la vulnerabilidad – América Latina (2000).2001

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC. Segunda Evolución. Cambio Climático 1995. Organización Meteorológica Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Madrid, España. 1995.

Ñáñes, Eunice M. Cambio Climático y Océanos, Desafío para el Siglo XXI. Umbral Científico. Número 003.Fundación Universitaria Manuela Beltrán. Bogotá, Colombia p 25-41.

Sachs, D. Jeffrey. El medio ambiente contraataca Instituto de la Tierra, Universidad de Columbia. www.project-syndicate.org . 2006.

PROYECTO SPONDYLUS TECNOLOGÍA EN EL MAR AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD

Por: Leila Zambrano [1]

Introducción

Las alteraciones climáticas en la costa ecuatoriana relacionadas con la ocurrencia del ciclo ENSO (por sus siglas en inglés El Niño South Oscillation), fase cálida y fría (La Niña), así como las fluctuaciones climáticas eventuales, han traído graves trastornos socio económico a los pobladores de la región y en general al desarrollo del país.

Durante el último evento ENSO 1997-98 (diciembre de 1997 a Junio de 1998), las estadísticas del Banco Central del Ecuador y de otros organismos gubernamentales así como la Dirección Nacional de la Defensa Civil del Ecuador, señalan entre otras cosas que el 80% de la red vial de la costa se destruyó, miles de familias damnificadas, se quedaron sin vivienda, aproximadamente 200 personas muertas o desaparecidas, en resumen las pérdidas totales fueron alrededor de $3000 millones de dólares.

Este tipo de eventos se ha venido dando con relativa frecuencia, así tenemos que los eventos ENSO más fuertes e intensos ocurrieron en los años 1972-1973-1982-1983-1995-1994-1997 y 1998, los mismos que han mantenido en zozobra a la población costera ecuatoriana y por ende a los sectores productivos en general por los severos daños ocasionados por este tipo de manifestaciones océano – atmosférico.

Por otro lado la fase fría del ENSO que es la Niña, aunque en menor proporción también ha ocasionado trastornos en el desarrollo económico de los pueblos, ya que afecta al sector agropecuario por la falta de agua y las bajas temperaturas que pueden dañar los cultivos, lo que a su vez conlleva al encarecimiento de los producto de primera necesidad.

El Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador dentro de sus programas de investigación mantiene un monitoreo permanente de las condiciones oceánicas y atmosféricas del Pacífico ecuatoriano, y cuyos resultados son publicados en el "Acta Oceanográfica del Pacífico" revista científica del INOCAR siendo su frecuencia de publicación anual.

Es así que, en virtud de esta necesidad INOCAR, planificó y ejecutó el Proyecto Spondylus el cual tuvo sus inicios en el año 1999, como parte del Proyecto del COPEFEN (Comité coordinador para afrontar los desastres del fenómeno El Niño), de "Fortalecimiento de las Instituciones dedicadas al estudio del fenómeno El Niño", se trata de un sistema integral de difusión de alerta océano-atmosférica en la costa ecuatoriana que, permita sobre la base de la infraestructura de monitoreo climático, diagnóstico y predicción a nivel nacional, regional y global captar esta información y multiplicarla, a todos los niveles, desde aquel que toma decisiones en las altas esferas de gobierno, hasta los usuarios directos y de escasos recursos como son los campesinos y los pescadores de toda la región costera ecuatoriana, así como también a las autoridades seccionales, mandos operativos ministeriales, juntas provinciales y seccionales de Defensa Civil, prensa, cámaras de la producción y población en general.

Es así que en 1998 durante la IX reunión del Grupo Mixto COI – OMM - CPPS se recomienda a los países de la región implementar el monitoreo oceanográfico en el sector del Pacífico Sur Oriental con la instalación de boyas oceanográficas.

Posterior al evento de El Niño 1997/98, el Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN), Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Instituto Nacional de Pesca (INP) y la Dirección Nacional de Defensa Civil (DNDC), vio la necesidad de fortalecer el sistema de observación de las instituciones dedicadas al estudio de eventos climáticos de gran escala como El Niño y La Niña.

En 1999 el Gobierno del Ecuador y el BID firman un contrato de préstamo 1057/OC-EC para realizar un plan de Fortalecimiento del Sistema Nacional de Defensa Civil (SNDC), y en noviembre de 1999, el SNDC contrata una consultoría para el fortalecimiento institucional del sistema nacional de defensa civil, especialmente a la Dirección Nacional de Defensa Civil, INAMHI, INP y el INOCAR, como resultado de esta consultoría se genera el proyecto de "FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL DEL SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL" a cargo del COPEFEN debiendo el INOCAR, INP y el

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

INOCAR, INP y el INAMHI presentar proyectos para el fortalecimiento de sus respectivos campos de acción, el INOCAR presenta el proyecto de **"Vigilancia y Alerta Temprana en el Mar Ecuatoriana Mediante el Empleo de Boyas Oceanográficas y Estaciones Costeras Automáticas".**

En marzo del 2000 en reunión con el COPEFEN se sugieren modificaciones al proyecto original presentado por el INOCAR, el mismo que consistía en 3 boyas oceanográficas y 6 estaciones meteorológicas automáticas, siendo en marzo del 2001 que el COPEFEN acuerda con el PNUD que realice las licitaciones necesarias para adquirir los equipos solicitados en el proyecto.

En junio de 2001 se califican las firmas que participan en el concurso para proveer los equipos, mediante la licitación UNDP/ECU/LBG/2001, siendo la empresa OCEANOR cuya representante en el Ecuador es el Sr. José Jalil Hass quienes ganan la licitación para proveer los equipos solicitados en el proyecto presentado por el INOCAR, y en mayo del 2002 arriban los mencionados equipos al INOCAR,

Objetivos

El Proyecto Spondylus tiene como objetivo el monitoreo y vigilancia de las condiciones para la alerta temprana en el mar ecuatoriano mediante el uso de equipos de tecnología avanzada y sensores automáticos oceánicos, y así de esta manera reducir el impacto de eventos climáticos extremos en la población y contribuir al desarrollo sostenible del Ecuador.

Para lograr este fin, se planificó la instalación de dos boyas oceanográficas y la automatización de la red de estaciones meteorológicas costeras, las cuales proporcionan información en tiempo real que es analizada y convertida en productos orientados a apoyar la toma de decisiones en los diferentes sectores económicos de la sociedad, agricultura, pesca, salud, turismo, etc., los mismos que fueron difundidos a través de la página WB del INOCAR mediante boletines climatológicos y oceanográficos.

Así mismo se planificó una segunda etapa a desarrollarse con los datos generados, que era básicamente la aplicación de modelos matemáticos acoplados al océano-atmósfera en una escala local y regional, como una herramienta para el estudio del comportamiento fututo y establecer predicciones climáticas oceanográficas de corto plazo.

¿Porqué Spondylus?

El nombre Spondylus se refiere a una concha en especial, este molusco crece en las aguas cálidas de la costa ecuatoriana, sus colores externos tienen tonalidades que van del rojo al amarillo teniendo su espinosa cabellera de color rojo, sus labios son morados y su interior es blanco, lo que le otorga una peculiar belleza (figura 1).



Figura 1. Concha Spondylus

Durante la época prehispánica, en el territorio que hoy pertenece al Ecuador, la circulación de la Spondylus, al que los aborígenes llamaban Mullu respondía a las diversas lógicas en los dominios de la vida ritual y comercial, así como también la participación activa en los ritos de predicción del clima.

Estas han sido usadas desde épocas pre-hispánicas como unidad monetaria para intercambio de productos, como alimento y en varios levantamientos arqueológicos se aprecian esculturas adornadas con oro, plata y spondylus, lo que denota la importancia que tenía para los primeros pobladores de la costa como símbolo cultural.

Científica y socialmente, el proyecto Spondylus denota este mismo nivel de importancia, ya que la calidad y cantidad de información a obtenerse con las estaciones automatizadas serán verdaderas joyas para un estudio más exacto de las condiciones oceanográficas y meteorológicas de la región costa e insular.

Componentes del proyecto

El Proyecto consiste en boyas oceanográficas (figura 2)

• Boyas Oceanográficas.- Estas son fabricadas por la casa Oceanor de Noruega y cuentan con sensores meteorológicos y oceanográficos, las que fueron consideradas instalarlas, cerca de la Puntilla de Santa Elena y al Sur oeste de Isabela en Galápagos.



Figura 2. Vista completa de la Boya

• Los sensores meteorológicos con que la boya cuenta son: temperatura del aire, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, radiación solar, y ráfaga de viento.
• Los sensores oceanográficos están compuestos por una cadena de CT desde la superficie hasta 500 m de profundidad ubicados en los niveles estándar, los datos se almacenan en el computador que esta ubicado en el interior de la boya y luego transmitido al INOCAR mediante la comunicación satelital.
• Además cuenta con un Tracker GPS para conocer permanentemente la posición, su sistema eléctrico esta constituido por 4 baterías alimentadas por 4 paneles solares.

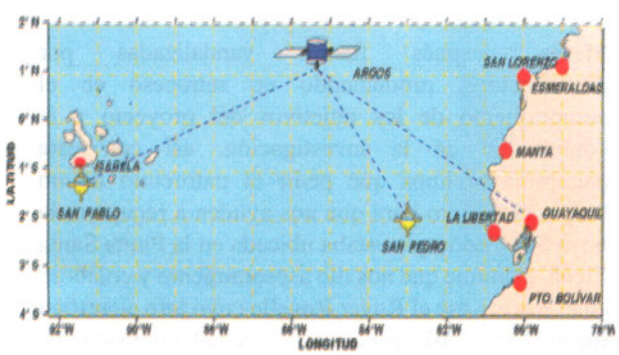


Figura 3. Primera Localización de la Boya

Aspectos Técnicos de la Boya Wavescan-Oceanor

El cuerpo de la boya esta fabricada y diseñada con Polietileno, Aluminio y Acero Inoxidable, haciéndola impermeable para garantizar su funcionamiento, esta protegida de la corrosión con la ayuda de ánodos de zinc y pintura anti – crustácea, la misma está formada por un casco en forma de disco divido por la mitad para facilitar su transporte, esta provista de una quilla con contrapeso montada bajo el casco para evitar el vuelco de la misma, en el centro se encuentra un cilindro que contiene todos los módulos electrónicos y el banco de baterías, tiene un peso de 280Kg, a eso hay que sumarle el peso del contrapeso que es de 924 Kg.

El Mástil tiene una longitud en la sección superior de 1.5 m, y en la sección inferior 2.35 m, con un peso aproximado de 5 Kg., en las figuras 4 y 5 observamos la fabricación y preparación de la misma para ser enviada a los países que la solicitan, cada una de estas boyas están fabricadas de acuerdo a la necesidad y a las condiciones reinantes en cada región.



Figura 4. Fabricación en la planta



Figura 5. Preparación de la boya

1. Parte Superior
• Aro más el brazo portador de Sensores Meteorológicos
• Antena ARGOS
• Antena GPS
• Luz de posicionamiento (Flash Light)
• Radar Activo, asegurador de posicionamiento (Active Radar Target (Enhancer)
• Mástil
• Cinta reflectiva (Tape Reflex)

2. Cuerpo de la Boya
• Cubierta protectora (Tapa anti-vandalismo)
• Caja de distribución de energía, montado debajo de la tapa
• Unidad de procesamiento de datos (GENI-2000)
• Transmisor de antena ARGOS
• Receptor Antena GPS

- Compás
- Sea Bird MODEM para CT y CTD
- Juego de baterías
- Paneles Solares
- Cuerpo flotante
- CT de superficie
- Peso de la Quilla

3. Parte Inferior
- Soporte del ancla
- Acoplador del cable inductivo
- 13 CT ubicados a las siguientes profundidades 0, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400
- 1 CTD ubicado a 500 metros

4. Sistema de Fondeo a 2100 metros

El Sistema de fondeo esta formado por seis componentes:

• Componente 1:

Esta parte de la línea corresponde a 500 metros de cable inductivo de diámetro de 1.6 mm, que sirve de conexión entre los CT , CTD y la Boya, el mismo esta compuesto de un cable de acero de F=12 mm de diámetro, cubierto con una capa de r=2 mm de polietileno de alta densidad.

• Componente 2:

Corresponde a la parte elástica de la línea de fondeo que le permite a la boya moverse libremente en la superficie, consiste 1000 m de fibra de NYLON trenzado cuyo diámetro es de 1.6 mm, el mismo es anti-rotacional.

• Componente 3:

Entre la componente 2 y el cable de fondeo se usa una boya submarina hecha de 10 flotadores que permiten al cable de fondo permanecer en posición vertical en condiciones normales, los mismos están diseñados para resistir profundidades de hasta 1200 metros y son conectados en la parte inferior del cable de nylon.

• Componente 4:

Esta conexión esta hecha de 12 partes de cable de tipo karate trenzado de 1600 m, el mismo no permite que el sistema de línea de fondeo rote y tiene flotabilidad positiva en el agua.

• Componente 5

El liberador acústico está ubicado entre el cable de karate y la cadena del ancla, este procedimiento de los liberadores acústicos es por la seguridad del personal durante la recuperación para el respectivo mantenimiento, recuperar la boya sin este dispositivo es de alto riesgo ya que el cable inductivo puede sufrir daños al enrollarse el malacate debido a la fuerza ejercida por el peso muerto y el ancla de fondo.

• Componente 6

El ancla está hecha de hierro y dotada de una cadena para conexión con la línea de fondeo y el ancla de arrastre.

- Peso Muerto = 1500 Kilogramos
- Ancla = 250 Kilogramos

• ***Sistema de Comunicación.-*** La tecnología que se utiliza en la transmisión/recepción de información es satelital para las boyas oceánicas (ARGOS) y teléfono para las estaciones meteorológicas.

• ***El Software*** para el manejo de la información lo desarrolló Oceanor, es bastante amigable y corre bajo Windows, teniendo una recepción de datos a través del Internet, y su almacenamiento en el centro de datos del INOCAR.

Estado del proyecto

El 13 de septiembre del 2002 se instala la primera boya oceanográfica, que se la denomino San Pedro, y que estuvo ubicada en las coordenadas 2° 00' 10.8" S y 83° 59' 27.6" W, a una profundidad de 2298 metros, luego el 15 de septiembre del 2002, se fondeo la otra boya que se la llamó San Pablo, y su ubicación estuvo cerca de la Puntilla de Santa Elena en las coordenadas 1° 38' 6" S y 88° 56' 52.8" W, a una profundidad de 2451 metros, se escogió bautizarlas con estos nombres en honor a los patronos del sector, debido al alto grado de religiosidad que existe en las poblaciones costeras.

Meses después fueron vandalizadas por desconocidos, produciendo un retroceso en el cumplimiento de los objetivos del proyecto y la continuidad en la investigación, así con este panorama tuvimos que pedir el patrocinio de un buque extranjero para que nos ayuden a recuperar la boya San Pedro que estaba ubicada en la Punta Santa Elena, el buque que nos dio asesoramiento y colaboró en el rescate fue el Roger Revelle cuyo jefe científico fue el Dr. Bob Wellers científico de la Universidad de California, San Diego (UCSD).

La boya San Pablo que se encontraba en la Isla Isabela en Galápagos, semanas después derivo cruzando el pacifico y en seis meses llego a la Isla de Nuku Hiva, la misma fue rescatada y traída de vuelta a estas Instalaciones.

Actualmente solo se tiene instalada una boya que se encuentra en Isabela Galápagos (figura 6), se tiene

previsto su recuperación el próximo año, en el Buque de investigación de la Armada Orión.

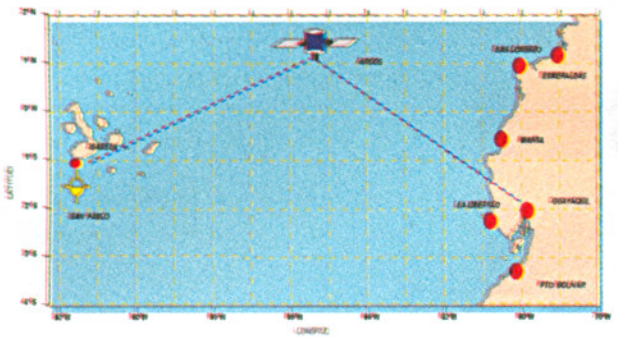


Figura 6. Ubicación actual de la boya.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PRECIPITACIONES, LA TEMPERATURA DEL AIRE Y LOS VIENTOS EN LA COSTA ECUATORIANA

Por: Henry Gálvez [1]
Juan Regalado [1]

Resumen

Con el fin de ampliar el conocimiento de las características de la climatología de la costa ecuatoriana, los parámetros: precipitación, temperatura superficial del aire y vientos pertenecientes a la serie de datos desde 1948 al 2006 se analizaron estadísticamente. Se determinaron las normales mensuales de las siete estaciones que posee el INOCAR a lo largo de la costa.

Abstract

With the purpose of increasing the knowledge of the climatology characteristics of the ecuadorian coast, the parameters: precipitation, superficial temperature of the air and winds belonging to the series of data from 1948 to the 2006 were analyzed statistically. The normal were determined monthly of the seven station that the INOCAR possesses along the coast.

Introducción

Blandin (1989), en su "Análisis y Estudios Climatológicos en el Ecuador", determina cuatro tipos de clima bien marcados a lo largo de la costa ecuatoriana, de acuerdo a la Clasificación de Koppen, la misma que tiene como indicadores principales los acumulados de precipitación mensual y la temperatura media mensual del aire, por lo que el presente trabajo presenta el comportamiento de estos parámetros en la costa ecuatoriana.

Es conocido que el clima es la manifestación de los diferentes parámetros meteorológicos, pero los pobladores por lo general relacionan el clima con el comportamiento y efectos, principalmente de parámetros como precipitaciones, temperatura del aire y viento, por lo cual el presente análisis se orienta al comportamiento de estas tres variables a lo largo de la costa ecuatoriana.

Área de Estudio

El área de estudio la constituye la franja costera, de norte a sur, donde INOCAR mantiene su red de Estaciones Costeras: San Lorenzo, Esmeraldas, Manta, La Libertad, Guayaquil, Puna y Puerto Bolivar.

Metodología

Se analizo el comportamiento mensual de los tres parámetros desde Esmeraldas al norte hasta Puerto Bolivar al sur. Se analizó información de 1975 a 2006, monitoreada en las estaciones de la Red Meteorológica Costera del INOCAR, la que se complemento con datos mensuales estaciones monitoreadas por la Armada del Ecuador, Fuerza Aérea Ecuatoriana, Dirección General de Aviación Civil e INAMHI, de 1948 a 1974, con los cuales se obtuvieron estadística de promedios de precipitaciones

[1] Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

acumuladas mensuales, máximos mensuales y las máximas precipitaciones diarias, así como promedios mensuales de temperatura superficial del aire y los vientos predominantes en cada mes.

Resultados

1.- Precipitaciones

Sobre la costa norte (Estación San Lorenzo y Esmeraldas) se aprecian precipitaciones durante todo el año, hacia la región de la estación de San Lorenzo se observan los mayores promedios que superan los 200 mm mensuales durante los meses de enero a junio, hacia el sur de la región, estación de Esmeraldas las precipitaciones disminuyen con promedios entre 100 y 200 mm.

Sobre la estación de Esmeraldas se puede observar precipitaciones diarias que superan sus promedios mensuales, de igual manera se presentan acumulados mensuales muy superiores a estos mismos promedios en ambas estaciones, esto puede relacionarse a la ocurrencia de eventos severos como El Niño. Figura 1.1. y 1.2.

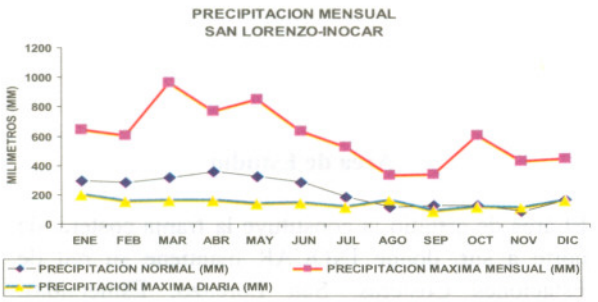


Figura 1.1. Precipitaciones mensuales en San Lorenzo

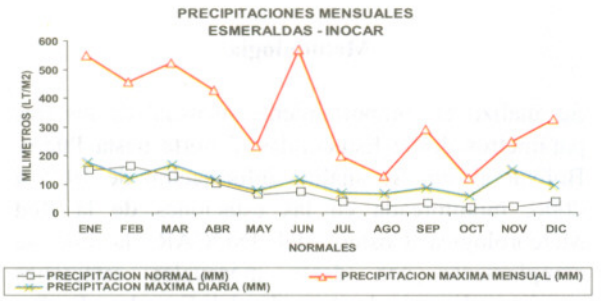


Figura 1.2. Precipitaciones mensuales en Esmeraldas

La costa de la zona sur de Manabí (Manta) y la Península de Santa Elena (La Libertad) presenta un régimen pluviométrico mas definido, una época lluviosa entre los meses de diciembre a mayo y una época casi seca de junio a noviembre. Sobre la zona de Manta las precipitaciones son mas regulares, no así como sobre la estación de La Libertad que presenta ocasionalmente acumulados diarios mayores a sus promedios mensuales. Sin embargo al igual que la costa norte durante eventos severos también ocurren acumulados mensuales muy superiores a estos promedios mensuales. Figura 1.3 y 1.4.

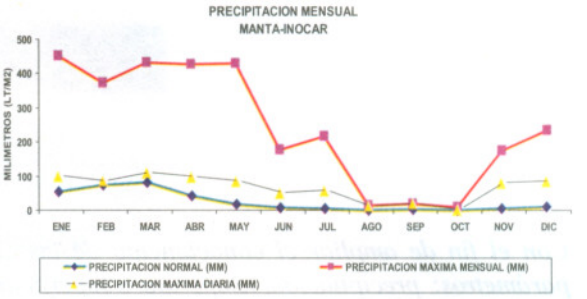


Figura 1.3. Precipitaciones mensuales en Manta

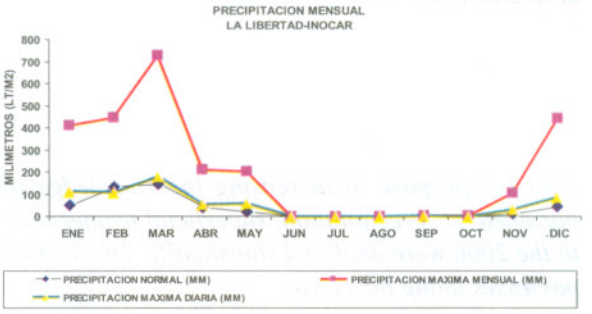


Figura 1.4. Precipitaciones mensuales en La Libertad

La zona de la costa sur que comprende parte sur de la provincia del Guayas y El Oro, presenta un régimen de precipitaciones similar al anterior, pero durante los veranos se presentan precipitaciones escasas. Al igual que en toda la costa ecuatoriana la ocurrencia de eventos severos ocasiona acumulados diarios y mensuales muy superiores a sus promedios mensuales. Figuras 1.5, 1.6 y 1.7.

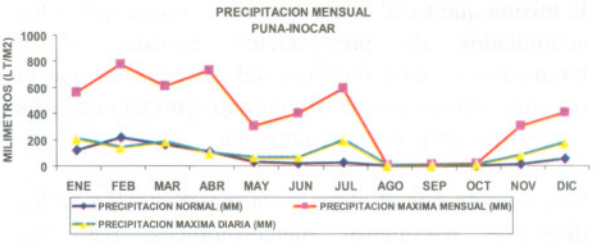


Figura 1.5. Precipitaciones mensuales en Puna

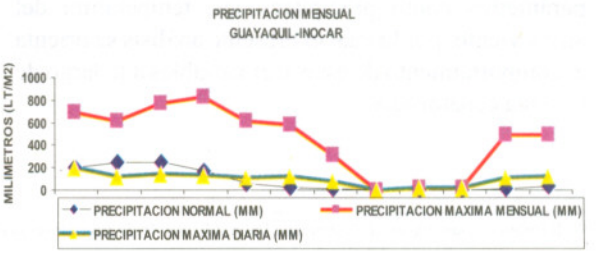


Figura 1.6. Precipitaciones mensuales en Guayaquil

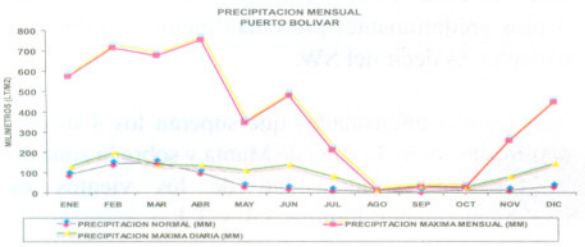


Figura 1.7. Precipitaciones mensuales en Puerto Bolivar

2.- Temperatura del Aire

Sobre la costa norte (San Lorenzo y Esmeraldas) se presentan ocasionalmente temperaturas máximas mayores a 36°C, que alcanzan en algunos casos los 39°C, ocasionalmente se presentan temperaturas mínimas menores a 20°C.

Los promedios mensuales de temperatura son mas regulares, con diferencias mensuales menores a los 2°C. Figuras 2.1 y 2.2.

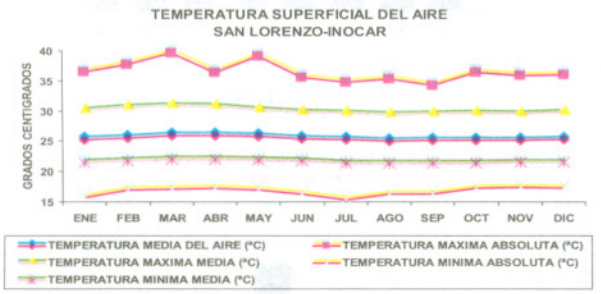


Figura 2.1. Temperatura superficial del aire en San Lorenzo

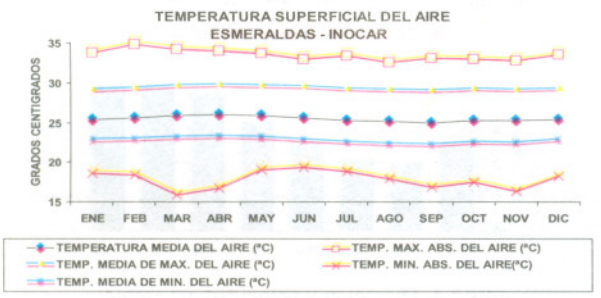


Figura 2.2. Temperatura superficial del aire en Esmeraldas

Las mayores diferencias de promedios mensuales que en algunos casos superan los 3°C se presentan a partir de la costa central hacia el sur (Manta, La Libertad), siendo evidente la influencia sobre la zona de la corriente de Humboldt durante los meses de Junio a Noviembre, donde se presentan las menores temperaturas mínimas que alcanzan valores inferiores a 20°C, y las máxima temperaturas alcanzan hasta 36°C. Figuras 2.3 y 2.4.

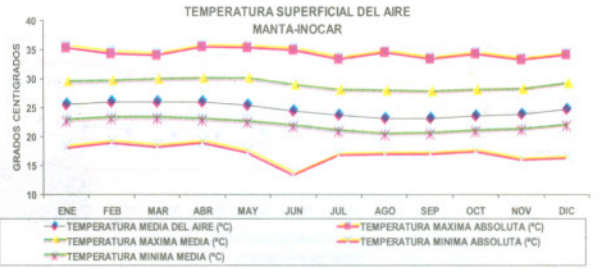


Figura 2.3. Temperatura superficial del aire en Manta

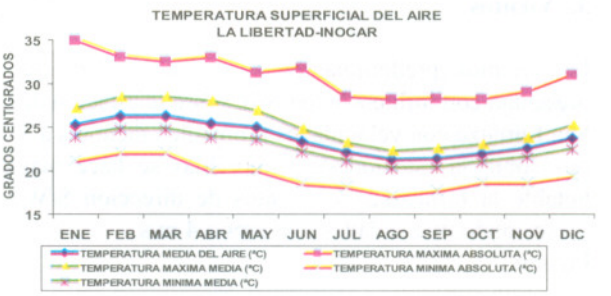


Figura 2.4. Temperatura superficial del aire en La Libertad

Sobre la costa sur (Puna, Puerto Bolivar y Guayaquil) las máximas temperaturas alcanzan ocasionalmente los 36°C, y las mininas temperaturas presentan de igual manera valores menores a 20°C.

Los promedios mensuales de temperatura son mas característicos de la zona, alcanzando de diciembre a mayo valores sobre los 26°C y en los siguientes meses valores menores a 24°C. Figuras 2.5, 2.6. y 2.7.

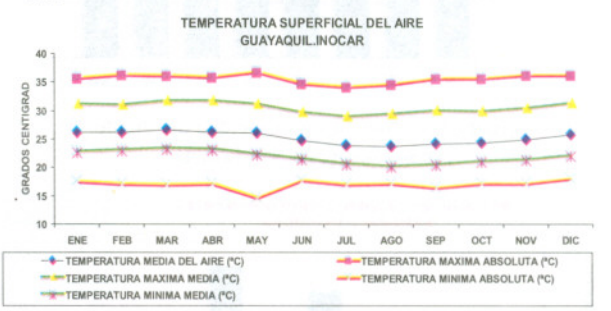


Figura 2.5. Temperatura superficial del aire en Guayaquil

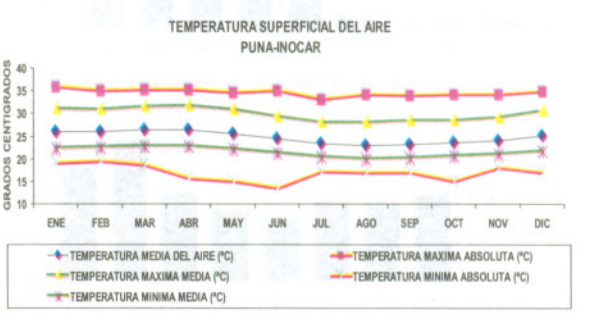


Figura 2.6. Temperatura superficial del aire en Puna

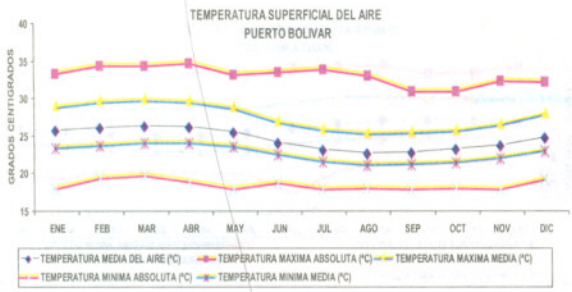


Figura 2.7. Temperatura superficial del aire en Pto. Bolívar

3.- Vientos

Los vientos predominantes en la costa norte se presentan con influencia del NW sobre la estación de San Lorenzo con velocidades promedios menores a 3 m/s sobre la estación de Esmeraldas se hace mas notable la influencia de vientos de direccion S/W, presentando intensidades mayores a 4 m/s. Figuras 3.1 y 3.2.

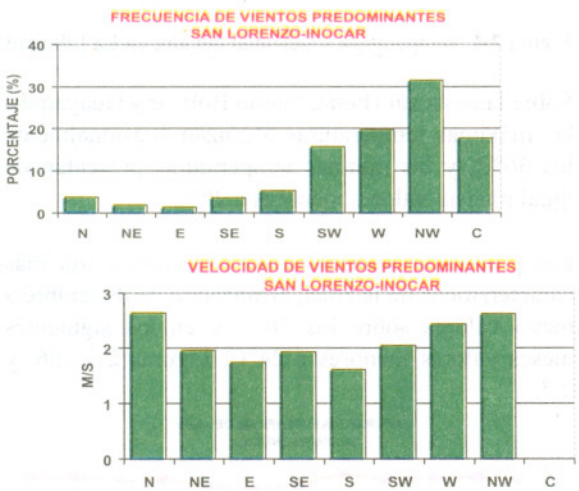


Figura 3.1. Direccion y velocidad del viento predominante en San Lorenzo

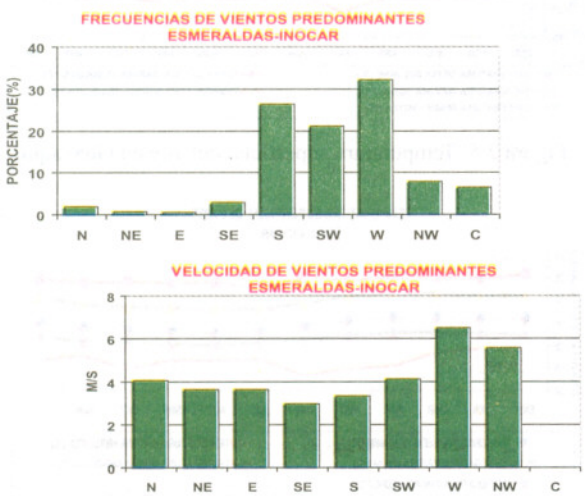


Figura 3.2. Direccion y velocidad del viento predominante en Esmeraldas

Sobre la costa central (Manta y La Libertad) los vientos predominantes presentan mejor la influencia marítima, es decir del SW.

Las mayores intensidades que superan los 4 m/s se manifiestan sobre la zona de Manta y sobre la zona de La Libertad la intensidad de los vientos es ligeramente menor. Figuras 3.3 y 3.4.

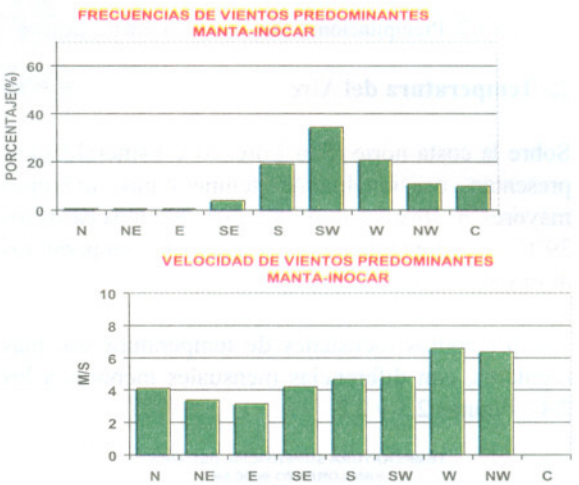


Figura 3.3. Direccion y velocidad del viento predominante en Manta

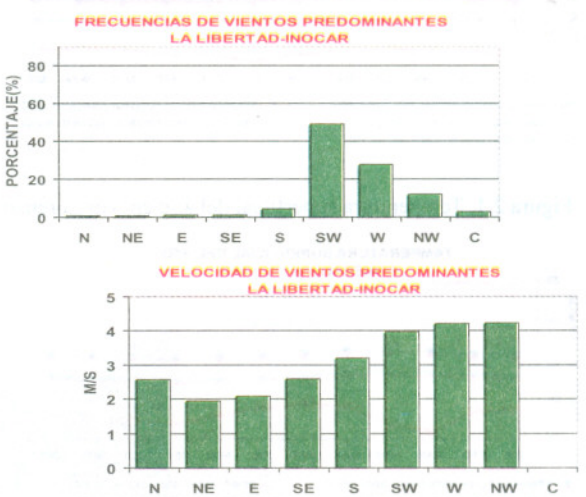
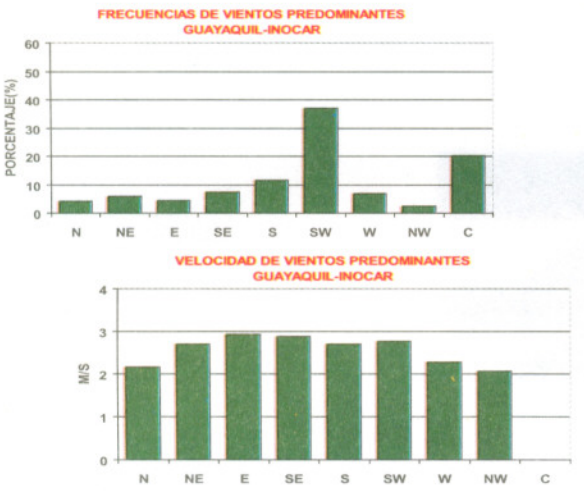


Figura 3.4. Direccion y velocidad del viento predominante en La Libertad

Sobre la costa sur (Guayaquil, Puna y Puerto Bolivar) los vientos son más irregulares, esta zona del Golfo presenta más efectos locales. Guayaquil presenta la predominancia de la influencia marítima, es decir del SW, pero intensidades promedios menores a 3 m/s. Sobre la estación de Puna se hace evidente los efectos locales, ya que presenta vientos de carácter brisa de mar y brisa de tierra con intensidades alrededor de 3 m/s. La estación de Puerto Bolivar evidencia un flujo de influencia W, e intensidades también alrededor de los 3 m/s. Figuras 3.5, 3.6 y 3.7.



3.5. Direccion y velocidad del viento predominante en Guayaquil

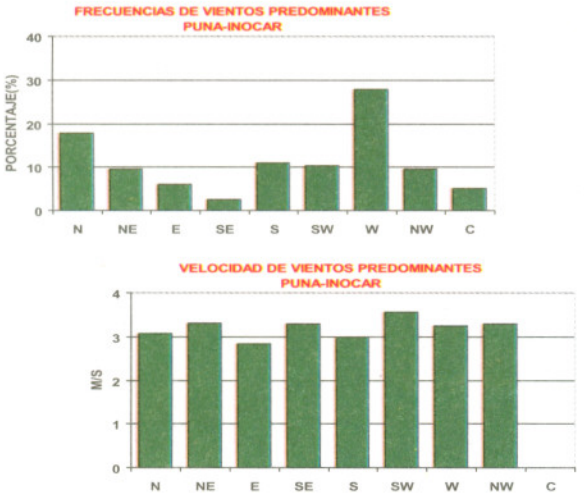


Figura 3.6. Direccion y velocidad del viento predominante en Puna

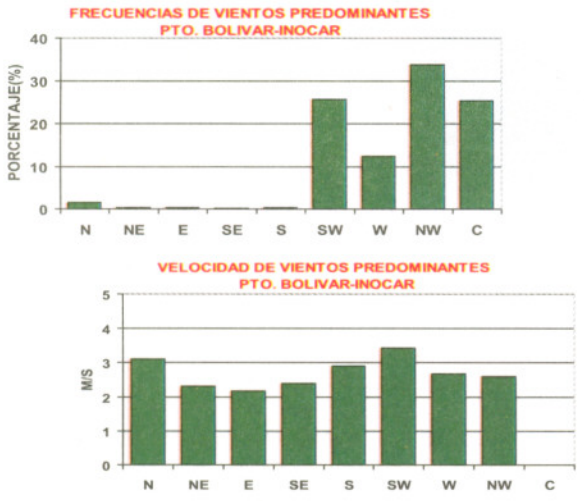


Figura 3.7. Direccion y velocidad del viento predominante en Puerto Bolivar

Conclusiones

El régimen pluviométrico en la costa ecuatoriana se caracteriza por la presencia de precipitaciones entre los meses de diciembre a mayo; las mayores precipitaciones de observan entre febrero y marzo. Los meses de junio a noviembre, son por lo general secos o con muy baja precipitación. Este régimen pluviométrico se ve afectado por los eventos extremos, que no siguen ningún patrón establecido, y más bien cada uno presenta características propias, sin embargo los mismos originan los mayores acumulados mensuales y en algunos casos los mayores acumulados diarios.

El régimen termométrico presenta un comportamiento mensual similar a las precipitaciones, siendo el periodo de mayores promedios mensuales los meses de diciembre a mayo; y los de menores promedios mensuales de junio a noviembre. Sobre la costa centro y sur (Manta, La Libertad, Guayaquil, Puna y Puerto Bolivar) se evidencia la influencia de la corriente de Humboldt durante los meses de Junio a Noviembre, donde se presentan las menores temperaturas.

La influencia de la Alta Semipèrmanente de Pacifico Sur, ubicada frente a las costas de Chile, genera un flujo de viento predominantes del S (SUR) durante el año, con componentes W (OESTE) frente a las costas, el mismo que se ve alterado ocasionalmente por las perturbaciones de la Amazonia y del Caribe, lo que ocasiona flujos de vientos con componente N/E. Efectos locales ocasionan flujos de vientos con otras componentes (NW) como es el caso de San Lorenzo y Puerto Bolivar.

Referencias

Blandin, 1989. "Análisis y Estudios Climatológicos en el Ecuador".
Banco de Datos Oceanográficos del INOCAR
Anuarios Meteorológicos de INAMHI

Agradecimiento

• A los Directivos de INOCAR y del Departamento de Ciencias del Mar

• A las instituciones nacionales afines (INAMHI-DAC-FAE)

• Al personal técnico y observadores de las instituciones mencionadas, que son la fuente de este trabajo

• Al Biol. Eduardo Zambrano y la Dra. Elena Gualancañay, por el apoyo y revisión a este trabajo