

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. nitzschoides*, *P. longissima*, *L. danicus*, *Navicula* sp., *P. sulcata*; *T. nitzschoides*, *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 (quantitative method) and 50 species (qualitative). The most representative diatomeas were *S. costatum*, *T. nitzschoides*, *P. longissima*, *L. danicus*, *Navicula* sp., *sulcata* P.; *T. nitzschoides*, *Thalassiosira* sp. and flagellated (quantitative); *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. Ictioplankton 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) serían 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 colectaron muestras superficiales (250 ml) y fijadas en solución Lugol; cada muestra fue agitada y sedimentada en cámaras cilíndricas (25ml) por 12 horas y examinadas en un microscopio invertido el/1). Para 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 conteo 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:

$$\text{No. Organismos /100m}^3 = \frac{(\text{No. organismos de la muestra}) \times 100}{\text{Vol. de H}_2\text{O filtrada}}$$

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 estimó el índice de Diversidad de Margalef, Shannon y Weaver (H'). Se analizó 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 límite 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.

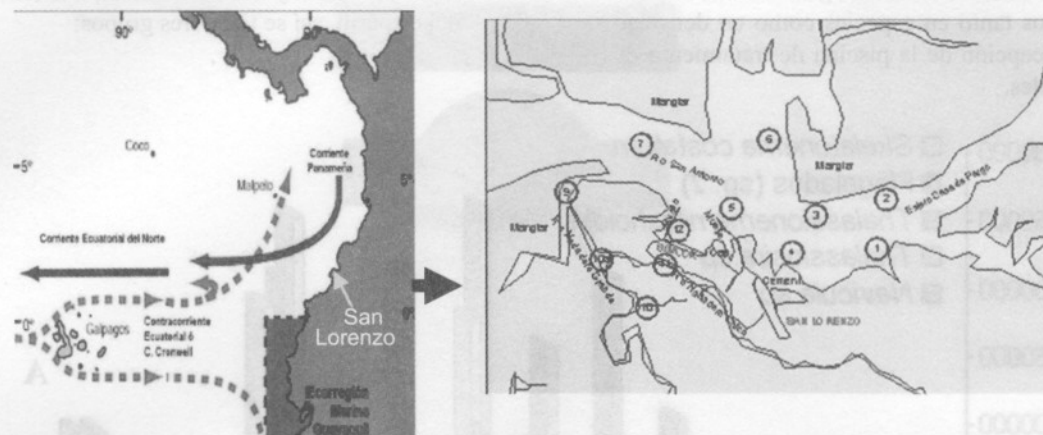


Figura 1. Ubicación Geográfica de las estaciones en estudio de San Lorenzo; y distribución de las principales corrientes que borden las costas del Ecuador (mapa regional obtenido del TNC, 2004)

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	1° 18' 21" N	78° 50' 51" W
2	3	1° 17' 32" N	78° 49' 13" W
3		1° 17' 32" N	78° 49' 13" W
4	2.8	1° 17' 45" N	78° 49' 46" W
5	4	1° 17' 35" N	78° 50' 07" W
6		1° 17' 42" N	78° 50' 08" W
7	1.75	1° 17' 57" N	78° 50' 51" W
9		1° 17' 25" N	78° 51' 00" W
10	2.25	1° 17' 08" N	78° 50' 49" W
10A	4	1° 17' 25" N	78° 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).

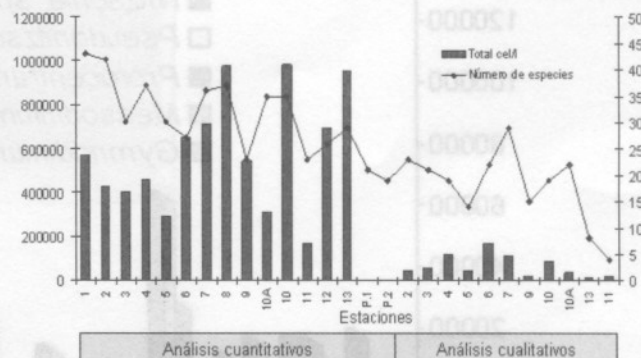


Figura 2. Distribución de la biomasa total y número de especies del fitoplancton.

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:

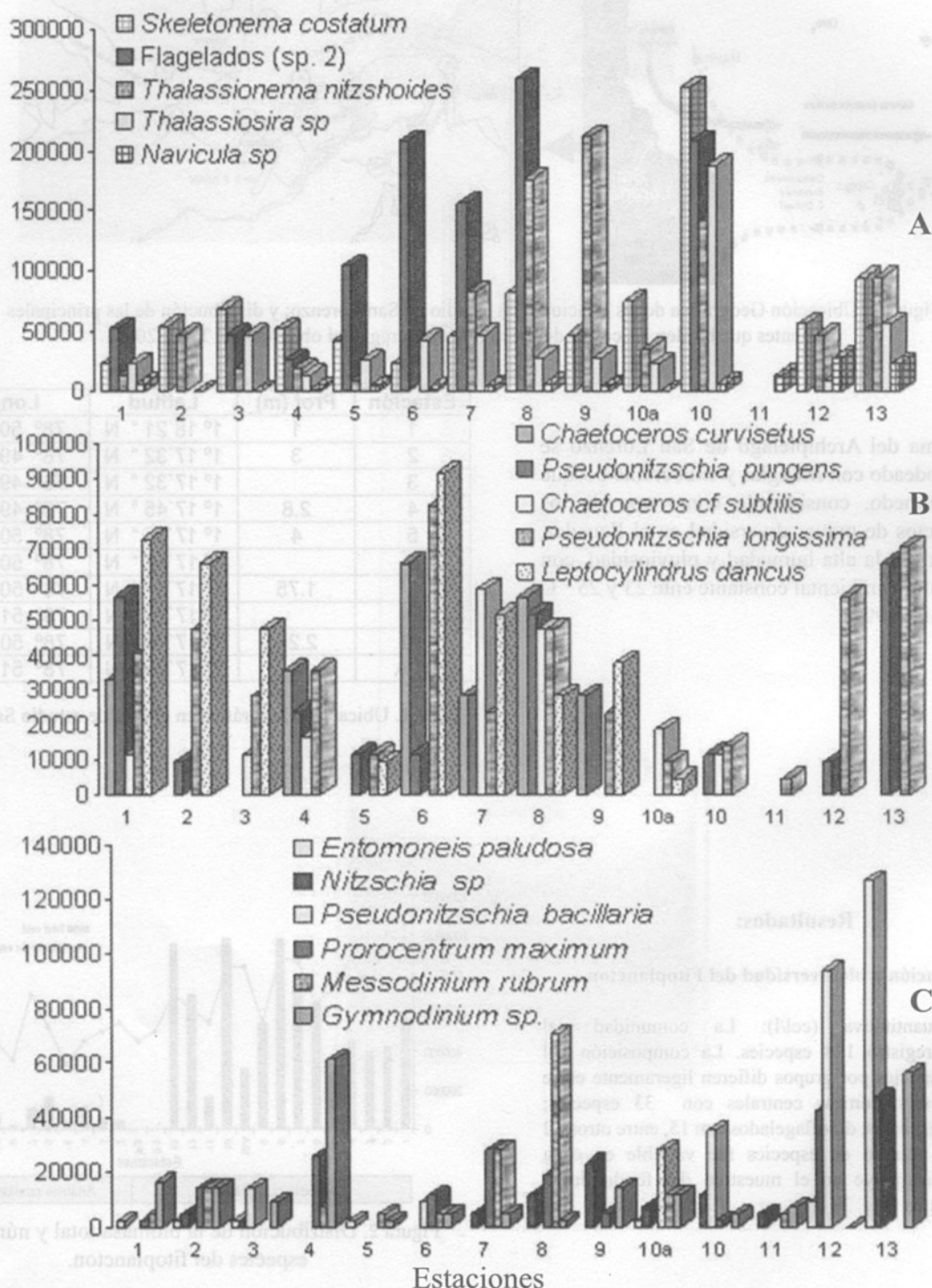


Figura 3. Distribución de las principales especies del Fitoplancton (cel/l); especies más abundantes (A), especies frecuentes (B) y (C).

1. Formado por la abundancia de diatomeas (centrales y pennales) y flagelados: *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* sp. *Thalassionema nitzschoides* 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 maximum* 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 a la desembocadura del río Nadadero (E6, E8, E10) y que ligeramente se correlaciona con el número de especies (Fig.4).

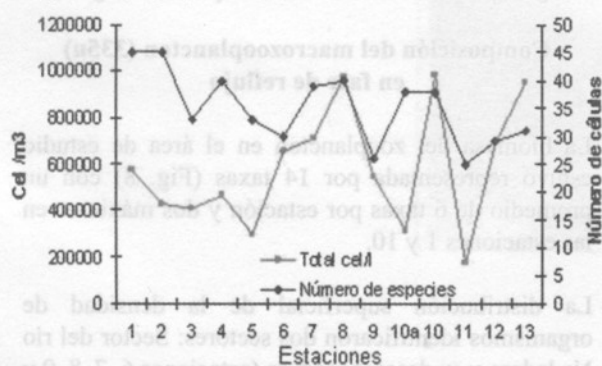


Figura 4. Distribución de la biomasa total y número de especies del fitoplancton (cel/m³).

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 angulatum*, *Bidulphia mobiliensis* 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 hippocampus*, *Thalassiosira* sp. y el tintínido *E. undula* 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.

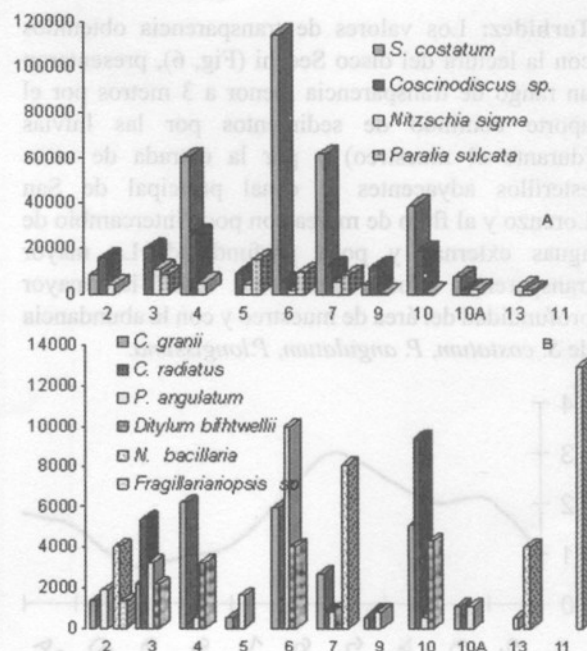


Figura 5. Distribución de las principales especies más abundantes (A) y frecuentes (B) del fitoplancton (Cel/m³).

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/m ³)	%
Flagelados	14	<i>S. costatum</i>	40.3
<i>S. costatum</i>	11	<i>Coscinodiscus</i> sp.	16.5
<i>T. nitzschoides</i>	11	<i>N. sigma</i>	5
<i>Thalassiosira</i> sp.	7	<i>P. sulcata</i>	5.8
<i>P. longissima</i>	6	<i>C. granii</i>	3.5
<i>L. danicus</i>	5	<i>T. nitzschoides</i>	3
<i>Navicula</i> sp.	4	<i>Pleurosigma angulatum</i>	2.9
<i>C. curvisetus</i>	3	<i>C. radiatus</i>	2.6
<i>N. bicaipitata</i>	3	<i>D. frauenfeldii</i>	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*.

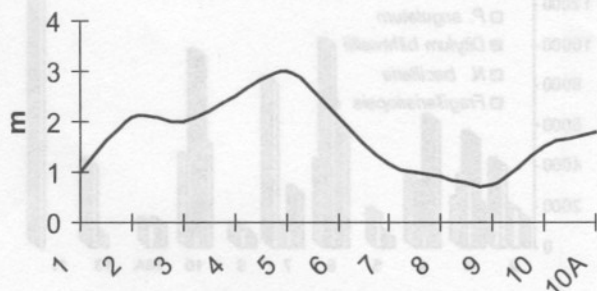


Figura 6. Datos de turbidez (disco Secchi).

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. maximum* y *Mesodinium rubrum*, especies que han causado eventos de mareas rojas en las costas de Ecuador (Jiménez, 1996; Torres *et al.*, 2004).

***Prorocentrum cf. maximum*:** 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. nitzschoides*, *L. danicus* y flagelados), principalmente en las estaciones 4, 6 y 10.

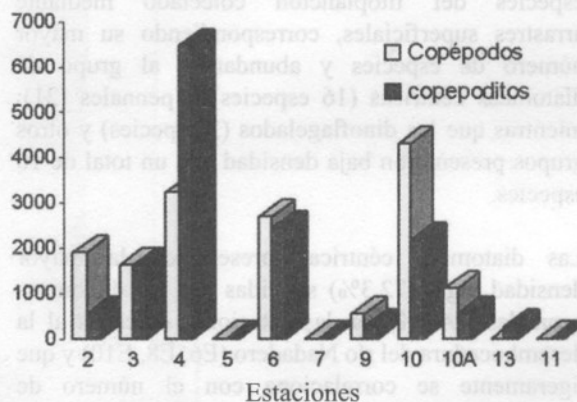


Figura 7. Distribución del microzooplancton (org/m³).

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.

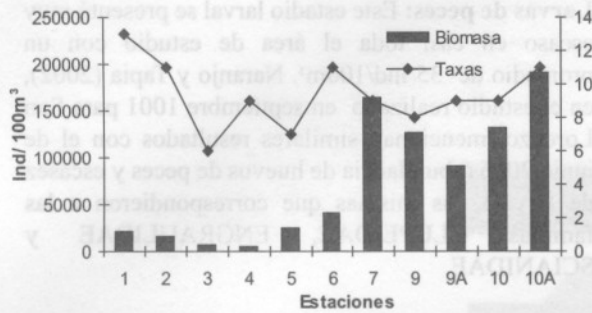


Figura 8. Distribución de la biomasa total y números de taxas zooplanctónicas.

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).

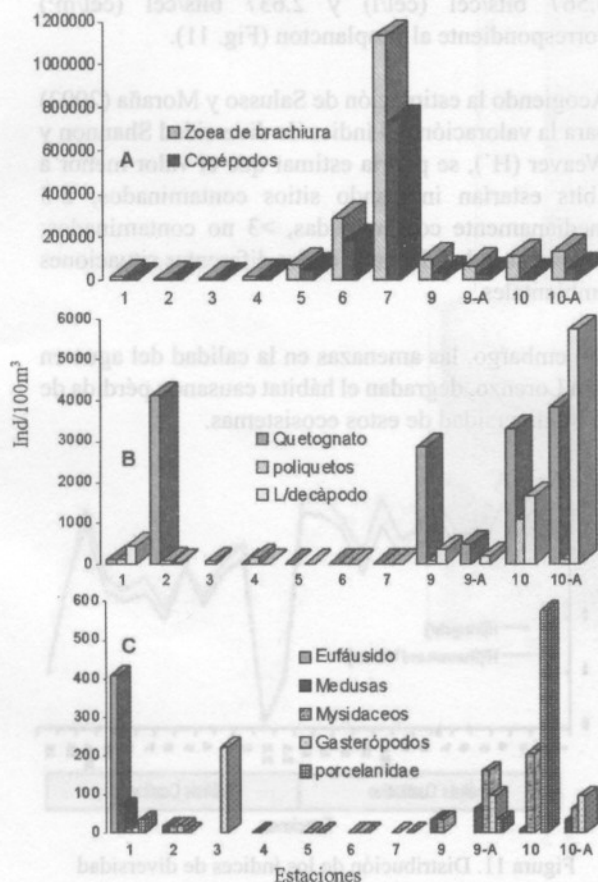


Figura 9. Distribución de los principales grupos del zooplancton: abundantes (A), frecuentes (B) y escasos (C).

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 veliger de bivalvos, larvas de cirripedios, furcilia de eufáusidos y megalopas (9%) clasificados dentro de los grupos accidentales; con respecto a la dominancia numérica están representados por el grupo de medusas, veliger de bivalvos, gasterópodos, poliquetos, larvas de decápodos, larvas de cirripedios, mysidáceos, 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 presentó 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).

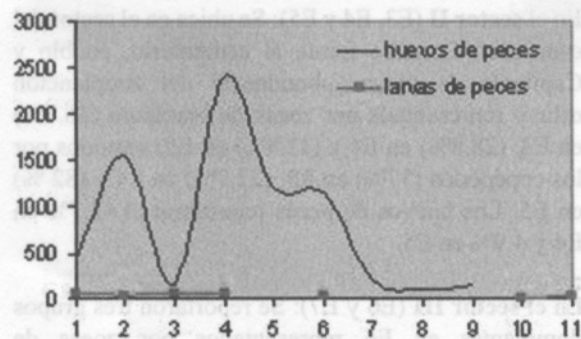


Figura 10. Distribución de Huevos y Larvas de peces en San Lorenzo (junio/2006) en ind/100m³.

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 Méndez (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.

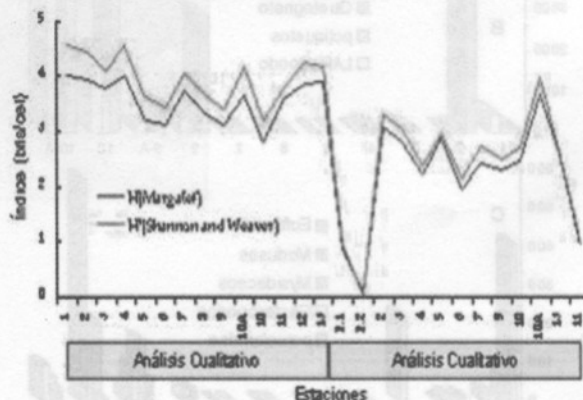


Figura 11. Distribución de los índices de diversidad de fitoplancton en San Lorenzo.

Discusión

La componente de las diatomeas centrales (*S. costatum*, *Thalassiosira* sp., *L. danicus*) y diatomeas pennales (*T. nitzschoides*, *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 reflujos 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 (entre 16 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. Nitzschoides*, *Thalassiosira* sp., *P. longissima*, *L. danicus*. En el análisis cualitativo fueron *Navicula* sp., *P. sulcata*, (0m); *T. nitzschoides*, *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 serían 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'ecologie 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 Pacifico, 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 Pacifico, 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 Pacifico 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.