

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

Por:

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

## ABSTRACT

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

## RESUMEN

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

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marino-costeros de poca profundidad son muy complejos y de gran importancia como arrecifes de coral; sitios de macroalgas son nichos ecológicos para invertebrados bentónicos y peces; su interrelación con el ambiente (cambios climáticos, corrientes, etc.), han sido consideradas para el aprovechamiento de estructuras artificiales.

Estas estructuras han servido como una herramienta básica para promover la seguridad de áreas de desoves de los principales recursos marinos locales (Dutton y Bengen, 2001). La mayoría de los recursos marinos están concentrados cerca de la zona costera donde habita la población humana. Por consiguiente, estos ecosistemas están



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

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

Esta investigación comprende los estudios del fitoplancton-zooplancton-ictioplancton, realizados en tres sitios de la Península Santa Elena durante agosto 2002, área designada para la proyección de "Arrecife Artificial de las Fuerzas Militares del Ecuador": un avión, barco y tanque de guerra. Estructuras artificiales consideradas como Basura chatarra (de gran tamaño), que serían recicladas para la bio-exploración de arrecifes

artificiales hacia la seguridad de los recursos marinos del Ecuador. En el Estudio Ambiental se describen las consideraciones necesarias de carácter multidisciplinario (EIA-INOCAR, 2002).

## ÁREA DE ESTUDIO

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

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

## PROCEDIMIENTOS

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

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



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

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

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

## RESULTADOS

### DISTRIBUCIÓN DEL FITOPLANCTON

**Clorofila "a":** La distribución superficial en la estación 1, presentó un rango de variabilidad diaria (7h00 a 18h00) entre 1.49-2,7 mg/m<sup>3</sup>,

con un promedio de 1.84 mg/m<sup>3</sup> y un máximo de 2.70 mg/m<sup>3</sup> a las 16h00; Subsuperficialmente presentó un rango entre 0.78-2.86 mg/m<sup>3</sup>, con el máximo a las 11h00. En la Est. 2 presentó un rango de variabilidad diaria (5h00 a 17h00) entre 0.52-2.50 mg/m<sup>3</sup>, con un promedio de 1.04 mg/m<sup>3</sup> y un máximo de 2.50 mg/m<sup>3</sup> a las 11h00; Subsuperficialmente presentó un rango entre 0.63-2.18 mg/m<sup>3</sup> (Fig. 2), con dos máximos de 2.18 mg/m<sup>3</sup> (08h00) y 2.56 mg/m<sup>3</sup> (14h00). En la Est. 3, presentó valores de 1.41 mg/m<sup>3</sup> en la superficie, a los 3 m de profundidad fue de 0,87. Los feopigmentos presentaron una tendencia similar a la distribución de clorofila, pero sus máximos no excedieron el 1.00 mg/m<sup>3</sup>; con promedio superficial de 0.613 mg/m<sup>3</sup> y subsuperficial de 0.775 mg/m<sup>3</sup>.

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

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

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



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

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

**Biomasa celular (cel/m<sup>3</sup>):** Se registraron 61 especies distribuidas en diatomeas centrales (31 especies), diatomeas pennadas (8), dinoflagelados (16) y otros con 5 especies (tintinnidos y silicoflagelados). Las principales especies dominantes fueron: *Pseudosolenia calcar avis*, *C. lorenzianus*, *G. striata*, *R. acuminata* y *L. danicus*. A continuación se relacionan las especies más abundantes por estación:

**Estación 1:** Superficialmente se evidenciaron 35 especies principalmente céntricas (27 especies), dinoflagelados (4), tintinnidos (3) y silicoflagelado (1). Las especies dominantes fueron *P. calcar avis*, *C. lorenzianus*, *G. striata*, *R. acuminata*, *L. danicus* (Fig. 4). La

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

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



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

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

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

### DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON

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

**Estación 1:** La biomasa superficial obtenida con red de 200u, se reportaron un total de 8 grupos, siendo dominantes los copépodos (90%) y larvas de veliger (5%); la mayor densidad se observó a las 06h00. Con red superficial de 335 m, se encontraron un total

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

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



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

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

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

## DISTRIBUCIÓN DEL ICTIOPLANCTON

### HUEVOS

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

Carangidae con 161 huevos/10m<sup>2</sup> (Tabla 1).

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

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

### Larvas

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

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



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

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

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

## CONCLUSIONES

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

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

En áreas cercanas a la Península se han

evidenciado algunos eventos de mareas rojas en las dos últimas décadas, por lo que se recomienda el seguimiento de especies fitoplanctónicas que pudieran ser nocivas.

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

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

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

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

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

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



## AGRADECIMIENTOS

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

## BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, M.A., 1990.** *Variación mensual del Plancton en una Estación Fija La Libertad (Salinas), Ecuador, período 1988-1989.* Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), 6(1): 58-67.
- De la Cuadra, T., 1998.** *Condiciones Oceanográficas asociadas con el debilitamiento y finalización del evento EL NIÑO 97-98: Crucero T98/05/02.* Boletín Científico y técnico, INP (Ecuador) 16(3): 1-12.
- Dutton I., y D. Bengen, 2001.** *The Contribution of Indonesia's Coastal Resources to National Food Security.* International newsletter of coastal management. Intercoast # 38: 4-5.
- Garcés J., 1997.** *Pronóstico de la temperatura superficial del mar por satélite y su aplicación a los recursos costeros.* Tesis de grado en oceanografía. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Herrera M., Solís-Coello, Vicuña H., Macías P., Coello D., Moya O., Luzuriaga M., y E. Elías. 2001.** *Estimación de la biomasa de los recursos demersales en la plataforma continental del Ecuador durante julio de 1999.* INP., XVIII(2): 1-61.
- Luzuriaga de Cruz M., Ortega D., y E. Elías, 1998.** *Aspectos bioecológicos del Ictioplancton en la Estación Fija "La Libertad" durante 1997.* Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, 9 (1): 145-151.
- Jiménez R., 1975.** *Composición y variación del fitoplancton marino del Golfo de Guayaquil y áreas adyacentes.* Tesis doctoral, Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Jiménez R., 1976.** *Oceanografía de la Región Norte del Frente Ecuatorial: Aspectos Biológicos.* Reunión de trabajo sobre el Fenómeno conocido como El Niño, Guayaquil, Ecuador, 4-12 de diciembre de 1974, FAO inf. Pesca (185):355-358.
- Jiménez R., Pesantes, F., y M. González, 1977.** *Condiciones Bio-oceanográficas en aguas ecuatorianas, enero-abril de 1976.* Bol. ERFEN 1(2): 1-5.
- Jiménez R. y F. Pesantes, 1978.** *Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas.* Publi. Inst. Ocean. de la Armada. 2(1): 30 pp.
- Jiménez R., 1979.** *Mareas rojas recientes en aguas ecuatorianas.* Bol. ERFEN 3, (3-4) 11-15.
- Jiménez R., y D. Bonilla, 1980.** *Composición y distribución de la biomasa del Plancton en el Frente Ecuatorial.* Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), 1(1): 19-64.
- Jiménez R., 1989.** *Red tide and Shrimp Activity in Ecuador.* In: A sustainable shrimp mariculture industry for Ecuador. Ed. S.Olsen and L. Arriaga. pp 179-184.
- Marshall, H. 1970.** *Phytoplankton in tropical surface waters between the coast of Ecuador and the Gulf of Panama.* J. Wash. Acad. Sci. 60(1): 18-21.
- Marshall H., 1972.** *Phytoplankton composition in the Southeastern Pacific between Ecuador and the Galapagos Islands (Archipiélago de Colón).* Proc. Biol. Soc. Wash, 85 (1): 1-38.
- Ortega D., y E. Elías. 1995.** *Descripción de Ictioplancton y zooplancton en el Golfo de Guayaquil y costa central de Manabí durante noviembre de 1995.* Boletín Científico y Técnico, INP (Ecuador), XIV (2): 69-79.
- Ortega D., Elías E. y C. Zurita, 1996.** *Distribución del Ictioplancton y Zooplancton en la costa ecuatoriana septiembre 1995.* Bol. Científico y Técnico, INP. 14 (1) : 52-64.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



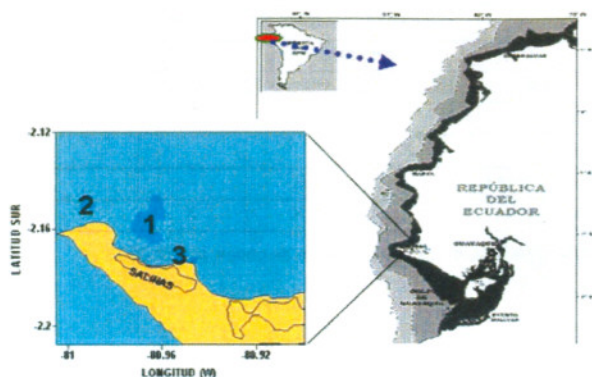


Figura 1. Situación geográfica de la Península de Santa Elena y las 3 estaciones de investigación.

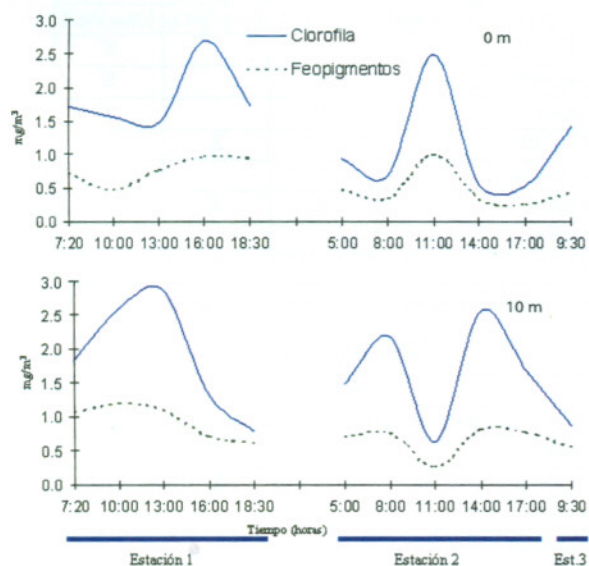


Figura 2.- Distribución diaria de Clorofila y Feopigmentos en dos estaciones fijas (E1, E2), y la estación 3 realizadas en Agosto 2002.

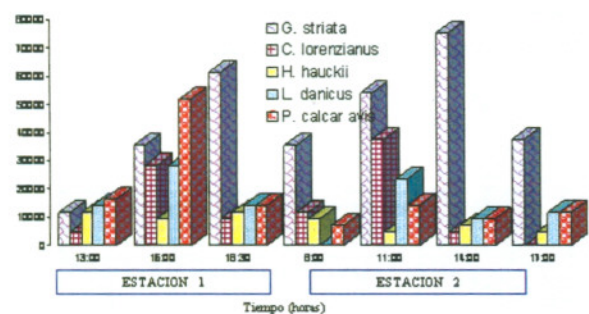


Figura 3. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica (cel/L) y su variabilidad diaria **superficial** en dos estaciones fijas, Península de Santa Elena en agosto 2002.

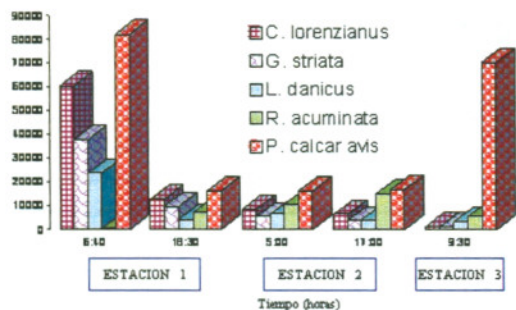


Figura 4. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica (cel/m³) y su variabilidad diaria **superficial** en dos estaciones fijas, Península de Santa Elena en agosto 2002.

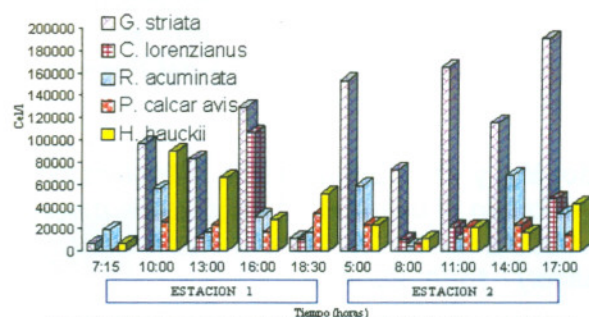


Figura 5. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica (cel/L) y su variabilidad diaria a 10m de profundidad en dos estaciones fijas, Península de Santa Elena en agosto 2002.

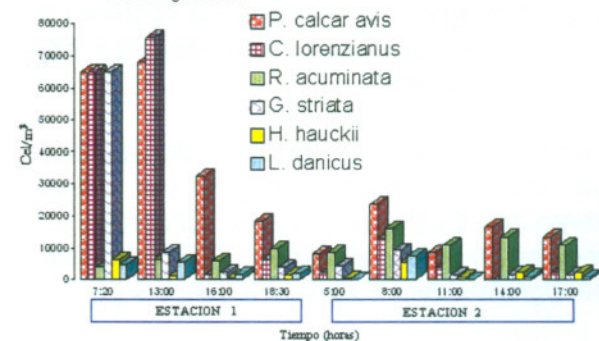


Figura 6. Principales especies de la biomasa fitoplanctónica (cel/m³) y su variabilidad diaria a 0-10m de profundidad en dos estaciones fijas, en agosto 2002.

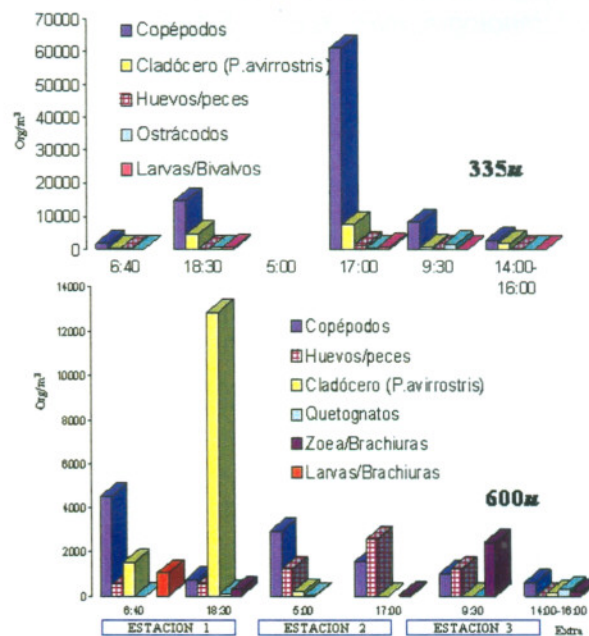


Figura 7. Distribución superficial (tarde-mañana) de los principales grupos zooplanctónicos con red de 335µ y 600µ, en dos en la Península de Santa Elena en agosto 2002.

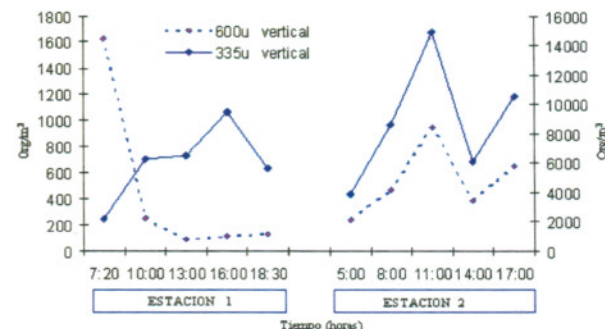


Figura 8. Distribución vertical (0-10m) de copépodos en dos estaciones fijas de 12 horas, en la Península de Santa Elena en agosto 2002.



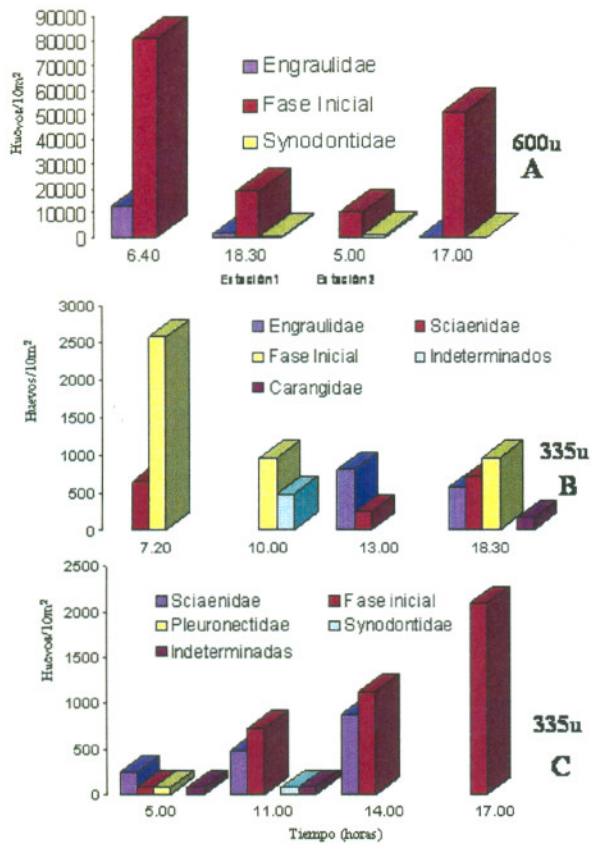


Figura 9. Distribución superficial de Huevos de peces (A), y vertical en Estación 1 (B) y Est. 2 (C).