

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

Por:

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

ABSTRACT

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

RESUMEN

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

INTRODUCCIÓN

Las condiciones océano-atmosféricas correspondientes al Pacífico Este Ecuatorial repercuten en el ecosistema del mar ecuatoriano como producto de la interacción de varias masas de agua, incidiendo directamente en la componente planctónica, localizándose la mayor productividad biológica hacia la región Insular de Galápagos y al Golfo de Guayaquil (Torres y Tapia 1998). En investigaciones biológicas con estudios plantonológicos (fitoplancton y zooplancton), es posible encontrar si las especies

planctónicas monitoreadas serían indicadoras de las condiciones cálidas y/o del afloramiento como un proceso natural de gran escala del Océano Pacífico Ecuatorial. El fitoplancton es afectado por las corrientes, que es un buen indicador de la alta o baja productividad en el mar; viven asociados a las capas superficiales iluminadas por la acción solar y sus procesos bio-químicos complican su interpretación ecológica, sobre todo cuando ocurren cambios en el mar como surgencias, divergencias y otros (Man and

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

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

PROCEDIMIENTOS

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

El análisis cualitativo o bio-indicadores del fitoplancton y zooplancton, se realizaron arrastres superficiales con una red de 55m y 335 m por 10 minutos con una velocidad de 2 nudos. Por primera vez se realizaron arrastres estratificados (red tipo cónica de 63m con cierre automático mediante mensajero, con 60 cm de diámetro de boca y 2 m de longitud) desde 25-50 m y 75-100 m de profundidad con el buque sin movimiento. Arrastres oblicuos desde 150 m de profundidad con

velocidad del buque constante de 2 nudos por un tiempo de 10 minutos usando red de 335 y 600 m. Todo el material planctónico fue preservado con formalina neutralizada con bórax al 3% (fitoplancton) y 5% (zooplancton).

Para el análisis del fitoplancton se procesaron las muestras siguiendo la metodología de Semina (1978), los datos fueron expresados en cel/m³. Se obtuvieron porcentajes individuales tanto para diatomeas, dinoflagelados y otros. Para el análisis del zooplancton, se separó los organismos gelatinosos grande y luego se utilizó un separador de Folsom para obtener alícuotas representativas de 50ml, se procedió a cuantificar los grupos zooplanctónicos y la cantidad de especímenes se estandarizó a 100 m³. Para la taxonomía del plancton se realizó siguiendo los trabajos de Jiménez (1983a-b), Pesantes (1983), Zambrano (1983), Cupp (1943), Taylor (1976), Balech (1988), Boltovskoy (1981); trabajos citados en Torres y Tapia (este texto).

ÁREA DE ESTUDIO

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

RESULTADOS

Distribución superficial de clorofila "a"

La mayor biomasa de clorofila (1.117 mg/m³) se localizó hacia el Golfo de Guayaquil (Fig. 2), área considerada como un estuario de alta productividad biológica, asociado al aporte nutricional del ramal costero de la Corriente de Humboldt y del Golfo. Sin embargo,

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

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

Distribución subsuperficial de Clorofila

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

entre los 10 y 20 m de profundidad (2° y 1°S); otro núcleo bajo los 40 m de profundidad en toda la sección; hacia el norte la mayor concentración se ubicó bajo la termoclina; y hacia el sur los valores de clorofila fueron bajos ($<0.1 \text{ mg/m}^3$), algo poco usual cuando los valores de temperatura fueron los más bajos del área de estudio, posiblemente estas condiciones fueron muy recientes y la capacidad fotosintética fue baja.

Distribución del Fitoplancton como Indicador Biológico (red 55u)

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

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

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

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

DISTRIBUCIÓN SUBSUPERFICIAL (Red Estratificada entre 25-50m)

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

En el grupo de los dinoflagelados presentaron algunos núcleos, en la sección 81°10'W, la mayor densidad de se observó en la estación 3 y 4, y presentó mayor variabilidad térmica entre 15.63 – 25.09°C y salinidad entre 33.11 y 35.20. En la sección 85°W la mayor densidad se observó en la estación 8. A los 89°W se observaron dos núcleos uno en la estación 12 (2°Sur) y otro en las estaciones 14 y 15 (0° y 1°N). Las especies de estos

núcleos fueron *Pyrocystis noctiluca*, *P. quarnerense*, *B. splendor-maris*, *C. trichoceros*, *C. masiliense*, *C. contortum* y *P. fusiformis* (81°W); *P. noctiluca*, *Pyrophacus steinii*, *A. bidentata*, *B. splendor-maris*, *C. candelabrum*, *C. masiliense*, *C. trichoceros*, *P. lunula* (85°W); el núcleo en la estación 12, fue formado principalmente por *B. splendor-maris* asociado con *C. azoricum*, *P. fusiformis* y *P. noctiluca*; mientras que hacia el norte de la sección 89°W la dominancia fue para *P. noctiluca*, *P. elegans*, *Pyrophacus steinii*, *O. steinii*. La distribución de estas especies en este nivel de profundidad, posiblemente indicaría una zona continua de mezclas de masas de aguas cálidas, con ligeras diferenciaciones de algunos grupos de dinoflagelados. La condición ambiental térmica (con excepción de las estaciones 4-5) de estos núcleos, osciló entre 15.25 y 19.01°C; con salinidad entre 35.03 y 35.83 ups; silicato (7.83-22.89 ug.at/l); nitrato (13.48-20.56 ug.at/l), fosfato (1.14-1.73 ug.at/l).

DISTRIBUCIÓN SUBSUPERFICIAL (Red Estratificada entre 50-100m)

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

La condición ambiental de estos núcleos de

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

Distribución del Zooplancton

Superficial (335u)

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

Subsuperficial (oblicuo 335u)

La distribución de la mayor densidad de zooplancton se localizó en las estaciones 9 y 13, siendo el grupo dominante los copépodos con el 82 % correspondiente a una biomasa de 340 y 460 ml/1000 m³ (Figs. 9 y 10); otros grupos dominantes fueron los quetognatos (4%), eufáusidos y misidáceos (3%), ostrácodos y amphípodos (2%), y los sifonóforos (1%). La mayor densidad de quetognatos se localizó al norte de las secciones 81°W y 89°W, con un ligero núcleo hacia el sur de la sección 85°W (Fig. 11). Se observó un núcleo de alta concentración de misidáceos en la est.13, para los eufáusidos su mayor densidad fue en la Est. 9 (Fig. 12).

Subsuperficial (oblicuo 600u)

La mayor densidad de zooplancton se localizó hacia el este de Galápagos (sección 89°W)

con la dominancia de los copépodos (84%) con una biomasa entre 150-170 ml/1000 m³ (Figs. 9 y 10); otros grupos dominantes fueron los misidáceos (5%), quetognatos (4%), amphípodos y eufáusidos (2%), ostrácodos y sifonóforos (1%). La distribución de quetognatos presentó un núcleo de alta densidad en la est. 13 al igual que los amphípodos y eufáusidos (Fig. 12). Los misidáceos fueron dominantes al sur de la sección 85°W y ligeramente en la Estación 13.

Huevos y larvas de peces

Estos estadios del ictioplancton presentaron bajas densidades de la biomasa total (<1 ml/1000 m³); sin embargo, la tendencia de concentración para huevos de peces fue hacia el norte de las secciones 89°W y 81°10' W con red de 335µ (Fig. 13), mientras que con 600µ se observaron núcleos en las estaciones 12 y 13, siendo coincidentes con la distribución de los quetognatos. Con la densidad de larvas de peces se observaron ligeros núcleos en las estaciones 10, 7 y 4, con 335µ, y en las estaciones 4 y 13 con red de 600µ (Fig. 13). La diferenciación en la distribución de las mayores densidades en las dos redes (335µ y 600µ), se debería al tamaño de los organismos y las migraciones nictemerales.

DISCUSIONES

La mayor biomasa de clorofila se localizó hacia el Golfo de Guayaquil, área considerada como un estuario de alta productividad biológica y asociado al aporte nutricional del ramal costero de la Corriente de Humboldt. Sin embargo, también se evidenciaron ligeros núcleos >0.5 mg/m³ en la parte oceánica (85°W) coincidente con alta biomasa de diatomeas, posiblemente como un remanente de las condiciones de la Corriente de Cromwell al pasar por las Islas Galápagos y su avance hacia el continente como ondas Kelvin (Zambrano, 1998). La respuesta biológica con núcleos o parches de alta biomasa en zonas de mezcla entre masas de aguas cálida/frías del Frente Ecuatorial, tiene especial importancia en el alimento para la

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

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

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

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

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

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

CONCLUSIONES

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

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

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

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

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

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

para los recursos pelágicos.

AGRADECIMIENTOS

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

BIBLIOGRAFÍA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Superficial (0m)	Vertical 25-50m	Vertical 50-100m
<i>Pseudonitzschias</i>	<i>T. subtiles</i>	<i>P. pungens</i>
<i>C. affinis</i>	<i>C. affinis</i>	<i>C. affinis</i>
<i>C. curvisetus</i>	<i>C. curvisetus</i>	<i>C. curvisetus</i>
<i>C. peruvianus</i>	<i>Pseudonitzschias</i>	<i>C. peruvianus</i>
<i>L. danicus</i>	<i>R. imbricata</i>	<i>R. imbricata</i>
<i>Ceratium tripos</i>	<i>Pyrocystis noctiluca</i>	<i>Pyrocystis noctiluca</i>
<i>Pyrocystis lunula</i>	<i>P. quarnerence</i>	<i>P. fusiformis</i>
<i>B.splendor-maris</i>	<i>B. splendor-maris</i>	<i>C. trichoceros</i>

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

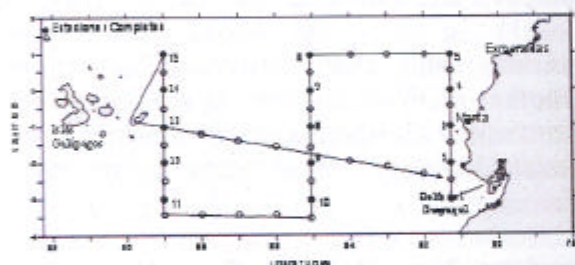


Figura 1.- Ubicación del área de estudio, correspondiendo solo a 15 estaciones completas realizadas en septiembre/2001.

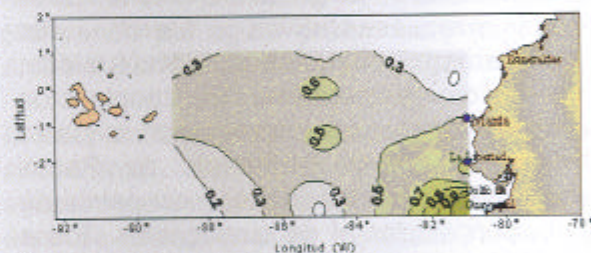


Figura 2.- Distribución de clorofila "a" (mg/m³) en septiembre/2001

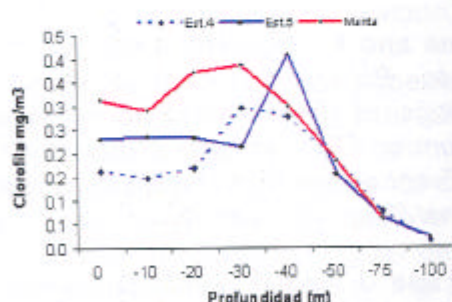


Figura 3.- Distribución vertical de clorofila "a" (mg/m³), en 3 estaciones correspondientes a la sección 81°W.

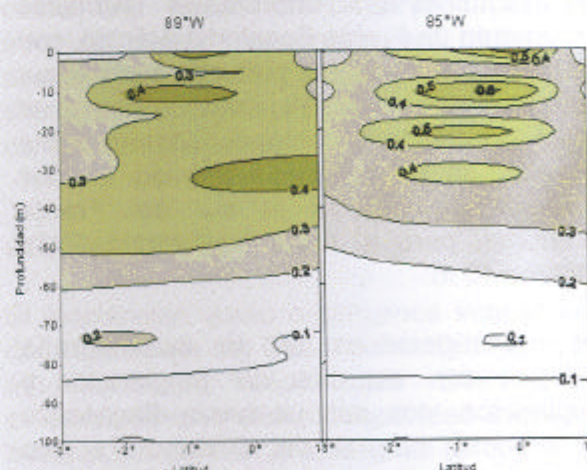
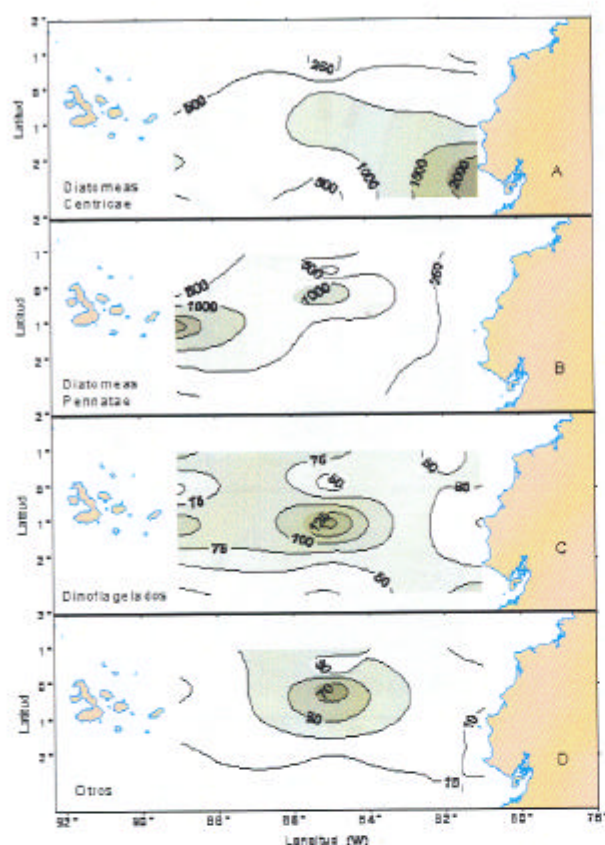
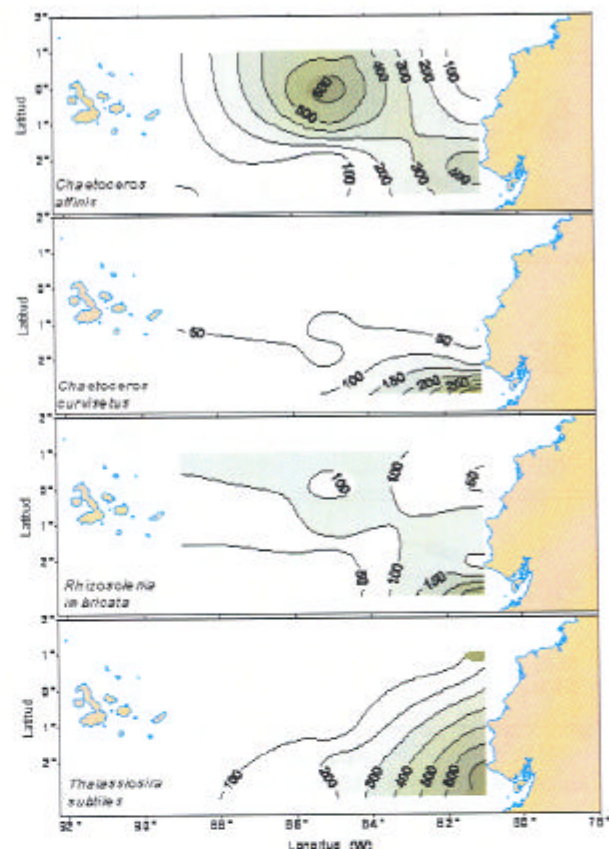
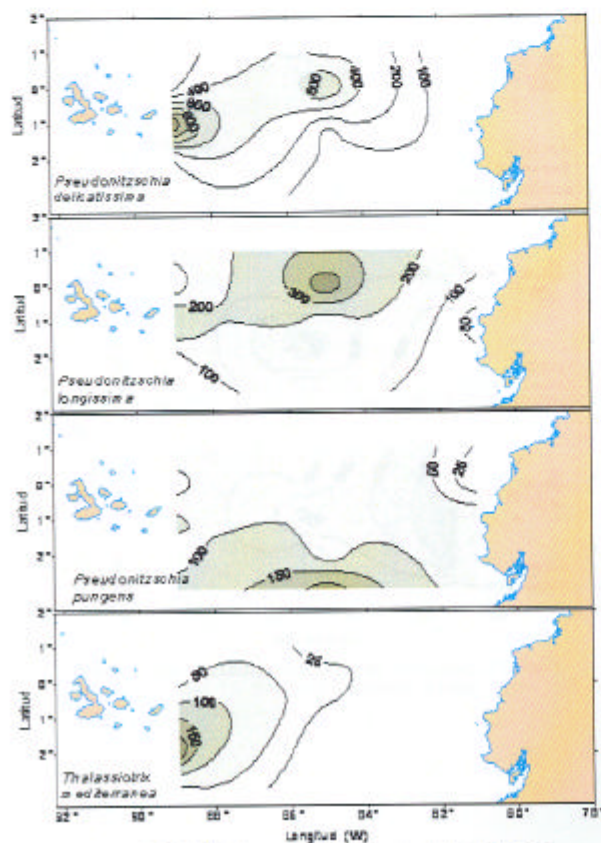
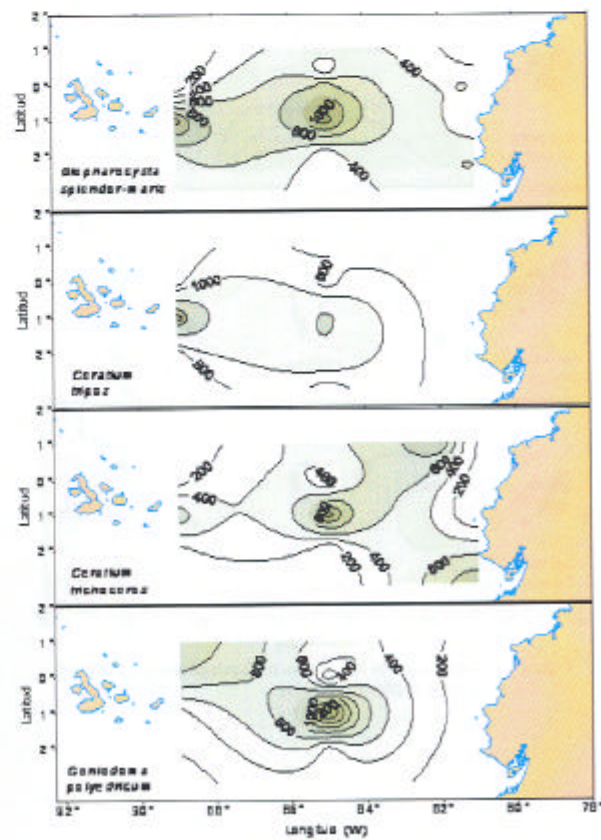


Figura 4.- Distribución subsuperficial de clorofila "a" (mg/m³), en las secciones 89°W y 85°W.


 Figura 5.- Distribución superficial de los principales grupos del Fitoplancton (cel/m^3), en septiembre/2001.

 Figura 6.- Distribución superficial de las principales diatomeas Centricae (cel/m^3), en septiembre/2001.

 Figura 7.- Distribución superficial de las principales diatomeas Pennatae (cel/m^3), en septiembre/2001.

 Figura 8.- Distribución superficial de las principales especies de Dinoflagelados (cel/m^3), en septiembre/2001.

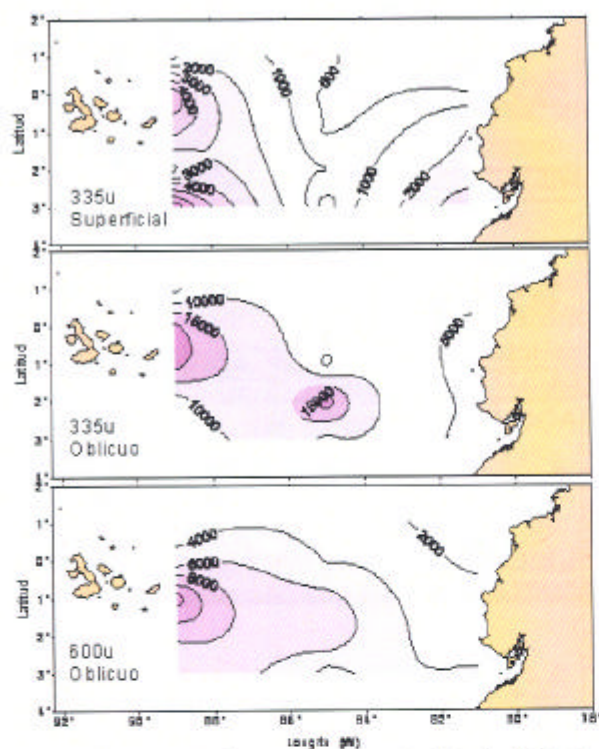


Figura 9.- Distribución de la biomasa zooplantónica (org/1000m³), durante septiembre/2001.

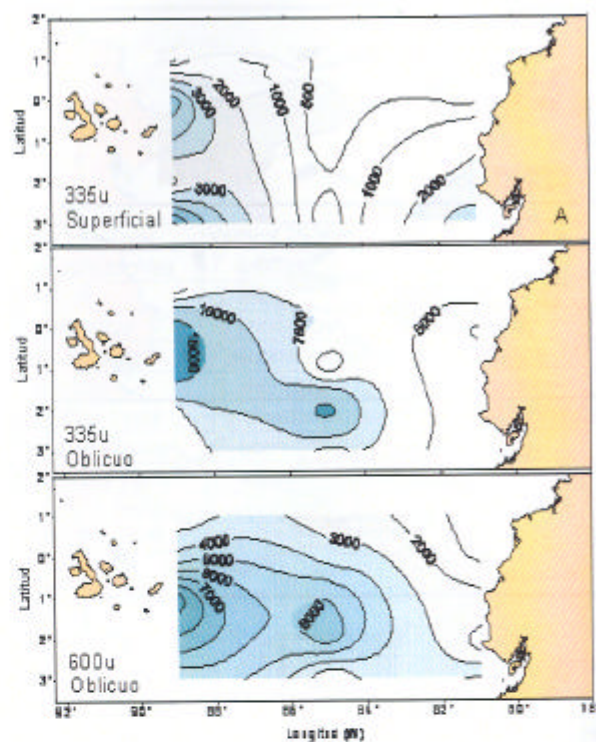


Figura 10.- Distribución de la biomasa de copépodos (org/1000m³), durante septiembre/2001.

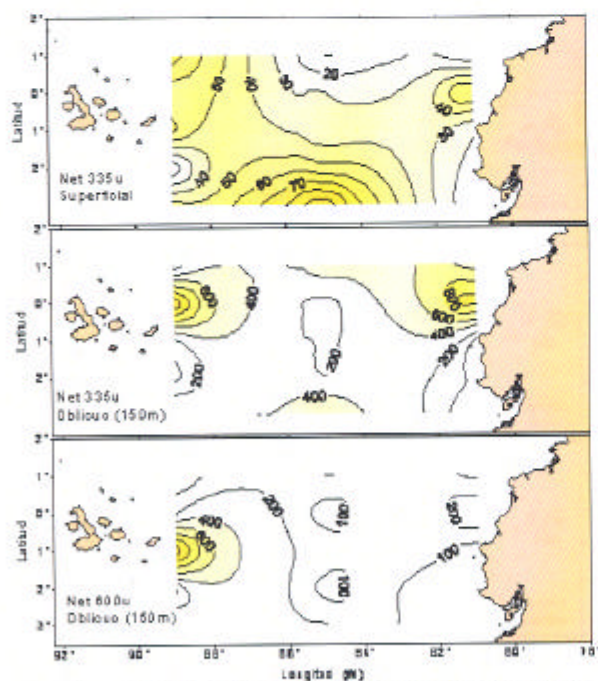


Figura 11.- Distribución de la biomasa de Quetognathos (org/1000m³), durante septiembre/2001.

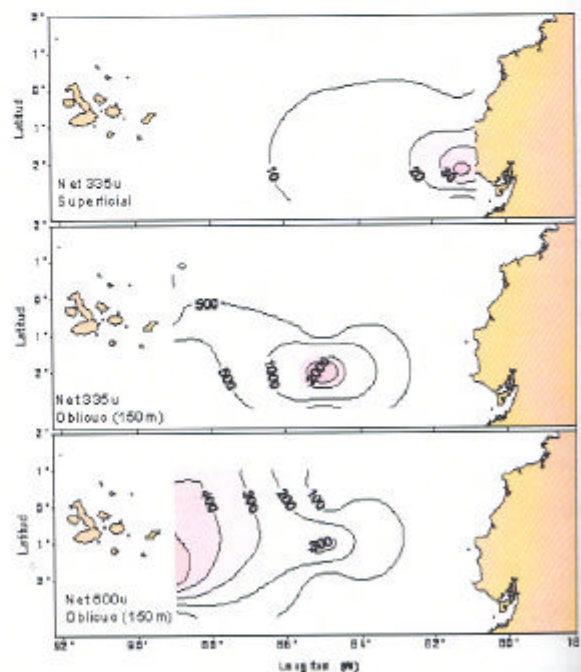


Figura 12.- Distribución de la biomasa de Eufaisidus (org/1000m³), durante septiembre/2001.

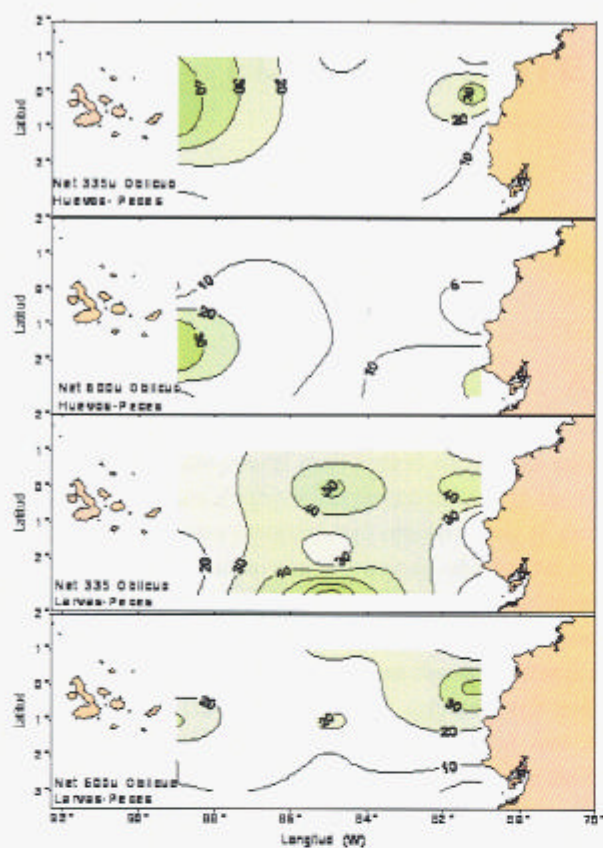


Figura 13.- Distribución de la biomasa de Huevos y Larvas de peces (org/1000m³), en septiembre/2001.