

## **Distribución vertical del Fitoplancton en el Parque Nacional Machalilla, Ecuador durante marzo 2015**

### **Vertical distribution of the Phytoplankton in the Machalilla National Park, Ecuador during march 2015**

María Elena Tapia <sup>1</sup> Christian Naranjo <sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio- Base Naval Sur.  
Email: [maria.tapia@inocar.mil.ec](mailto:maria.tapia@inocar.mil.ec) - [christian.naranjo@inocar.mil.ec](mailto:christian.naranjo@inocar.mil.ec)

### **RESUMEN**

*Durante marzo de 2015 frente a la provincia de Manabí, la comunidad de fitoplancton en términos de biomasa celular y muestras en redes, se determinó que, los mayores porcentajes se registraron a nivel de superficie se colectaron y analizaron un total de 27 muestras distribuidas en tres veriles de profundidad. Se elaboraron figuras de distribución de clorofila- a, gráficos de las especies (muestras de red de 50 u) y la relación con los parámetros físicos y químicos.*

*Las mayores biomásas celulares se observaron en las Estaciones cercanas a la costa localizada en la E-26 a nivel superficial.*

*Se observaron en los arrastres superficiales las mayores densidades relativas en las estaciones 7 y 27 ubicadas en áreas de las “Estaciones cercanas e intermedias” representadas por las especies *Chaetoceros affinis* 19.04%, *Leptocylindrus danicus* 20.92%, *Rhizosolenia imbricata* 9.54%, *C. eibonii* 2.42%, y otros 23.27% que son típicas de ambientes costeros y cosmopolita, por lo cual se considera normal para la presente época.*

*En general debido a la fauna planctónica acompañante, dominaron las Larvas de cifonautas, copépodos, radiolarios, resaltando la presencia de una gran cantidad de huevos de invertebrados, huevos de peces como resultado de la disponibilidad de fitoplancton y de nutrientes existentes en el área, lo que habría favorecido a estas comunidades, debido a que cumplen un rol importante para el equilibrio del ecosistema marino.*

**Palabras Claves:** *Distribución vertical, Área protegida, Clorofila, Biomasa, Especies.*

**ABSTRACT**

*Phytoplankton community structure and biomass and physical and chemical variables were determined in front of the Manabi province, Ecuador during March 2015. A total of 27 samples was collected and analyzed from three layers in the surface water. Figures of the chlorophyll-a, the species distribution (50 um net samples) and the physical and the chemical properties were prepared to analyze the relationship between biological and water quality variables. The highest cellular biomass was observed in the surface layers at three stations near to the station 26. The higher relative densities represented by the *Chaetoceros affinis* 19.04%, *Leptocylindrus danicus* 20.92%, *Rhizosolenia imbricata* 9.54%, *Ch. eibonii* 2.42 % were observed in stations 7 and 27 in areas of the “nearby and intermediate stations”. These observations were typical for the coastal areas and therefore we consider that the conditions for autotrophic growth were normal for this time period. In general, due to the accompanying planktonic fauna such as the larvae of kyphonauts, copepods and radiolarians and the presence of a large number of invertebrate eggs, fish eggs highlights the availability of a healthy phytoplankton community and nutrients in the area. The existing phytoplankton community, dominated by large diatoms, a luxurios growth of zooplankton larvae and provide thus a short food chain and a “balanced” marine ecosystem.*

**Keywords:** *Vertical distribution, Protected area, Chlorophyll, Biomass, Species.*

## INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Machalilla es la única área protegida del Ecuador continental que incluye una zona terrestre y el área marino-costera adyacente. El área marina del parque es notable por la presencia de los únicos arrecifes coralinos en la costa continental del país, por su alta biodiversidad, por la ocurrencia de algunas especies de gran importancia turística y por la belleza de sus playas y paisajes costeros.

La zona marina del Parque, es un Humedal, declarado como tal en el marco de la “Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas y, los compromisos que el país, en el contexto de dicha Convención, ha asumido para la conservación y uso racional de la biodiversidad marino-costera del Parque”, Ramsar (1971).

Hasta la fecha, el PNM representa la máxima diversidad biológica marina conocida en la costa ecuatoriana, y aunque el número de especies endémicas es bajo, la riqueza faunística excede la de la Reserva Marina de Galápagos. Destaca especialmente la diversidad de los animales invertebrados y, efectivamente, la zona fue señalada hace muchos años por la riqueza de su fauna. Esta diversidad es el resultado de la presencia de sistemas coralinos y rocosos muy especiales (especialmente alrededor de las islas e islotes del Parque) y la presencia de zonas de alta productividad asociadas con el afloramiento de aguas ricas en nutrientes. A pesar de su alta diversidad, el conocimiento de la fauna y flora marina del PNM es pobre y la investigación de esta riqueza es aún incipiente, (MAE, 2007).

Las investigaciones han determinado que en áreas de alta productividad pesquera, el plancton es muy abundante; por lo tanto es necesario conocer la distribución y composición del mismo.

De esta forma se conoce la disponibilidad del alimento, y la trama de la cadena alimentaria o la transferencia de energía entre los diferentes organismos (Parsons, R., M. Takahashi & B. Margrave, 1984).

Gualancañay E., M. Tapia, M. Cruz, C. Naranjo & F. Villamar (2010-2011), mencionaron en un estudio realizado sobre la caracterización en la Bahía de Jaramijó durante el 2008 registró una diversidad de 66 especies distribuidas en 38 diatomeas, 24 dinoflagelados y 2 silicoflagelados.

Naranjo & Tapia (2013), registraron que en Manta la estacionalidad durante el año 2011, no influyó en las medias poblacionales de la abundancia del plancton principalmente a nivel de grupos y especies de zooplancton.

Sin embargo, dentro de una misma época estacional se presentaron diferencias entre una estación que presentó una mayor diversidad de especies y otra estación con una baja riqueza de especies de fitoplancton, lo que permite dejar una ventana a posibles cambios cualitativos y cuantitativos del plancton, a través de un análisis estadístico más profundo a un largo período de tiempo.

Naranjo & Tapia (2014), realizaron un estudio en la Bahía de Pedernales, determinando la posibilidad que los patrones inversos de baja productividad de clorofila-*a* con relación a los máximos valores de biomasa zooplanctónica y viceversa; y que durante las épocas estacionales están íntimamente ligados a la transferencia de energía alimenticia hacia los niveles tróficos superiores debido al pastoreo de copépodos herbívoros y especial del grupo Cladóceros representado por las especies *Penillia avirrostris* y *Evadne tergestina* que estuvieron alimentándose de especies de diatomeas presentes en el área.

## ÁREA DE ESTUDIO

La costa centro-sur de la provincia de Manabí tiene un clima tropical mega-térmico seco, caracterizado por un régimen pluvial anual que oscila entre 500 y 1000 mm. En esta región, la cordillera de Chongón Colonche baja a la franja litoral determinando, de manera muy sutil, el clima. Una llovizna constante (garúa) se hace presente durante los meses de verano, ocasionada por la condensación de masas de aire oceánicas al ser atrapadas por la cordillera.

El piso tropical suroccidental ocupa el tercer lugar en diversidad de fauna del país; luego de los trópicos oriental y noroccidental; sin embargo es una de las zonas menos estudiadas del Ecuador; pocos son los trabajos científicos realizados, siendo la mayoría únicamente inventarios y colecciones de fauna. El suroccidente del país es una zona biogeográficamente interesante, debido a que en ella se produce la unión de la selva húmeda del Chocó, occidente de Colombia y noroccidente del Ecuador, con el desierto que recorre toda la costa del Perú, siendo por lo tanto una zona de transición de especies (Briones, Flachier, Gómez, Tirira, Jaramillo & Chiriboga, 1997).

La presencia de la Corriente Fría de Humboldt que viene del sur ha producido en esta zona características secas tropicales. En esta región de la cuenca, la topografía es ondulada a plana, en los meses secos se presenta una alta nubosidad que disminuye la temperatura (García M., Mena P. & Suárez 1989).

La actividad pesquera industrial es el uso de barcos nacionales y de bandera extranjera asociado con las compañías nacionales, cuyas faenas de pesca están dedicadas principalmente a la captura de atunes, otros peces pelágicos grandes y tiburones. Mientras que la actividad pesquera artesanal es desarrollada por diversas flotas de embarcaciones como barcos, balandras, botes de fibra de vidrio y madera, cuya pesca se caracteriza por la diversidad de especies capturadas y la estacionalidad de ellas en el transcurso del año (INP, 1998).

El sector marino del Parque Nacional Machalilla está impactado por varias actividades humanas. Las más importantes pueden dividirse en tres categorías:

1) Actividades extractivas, 2) Destrucción de hábitat y 3) Contaminación.

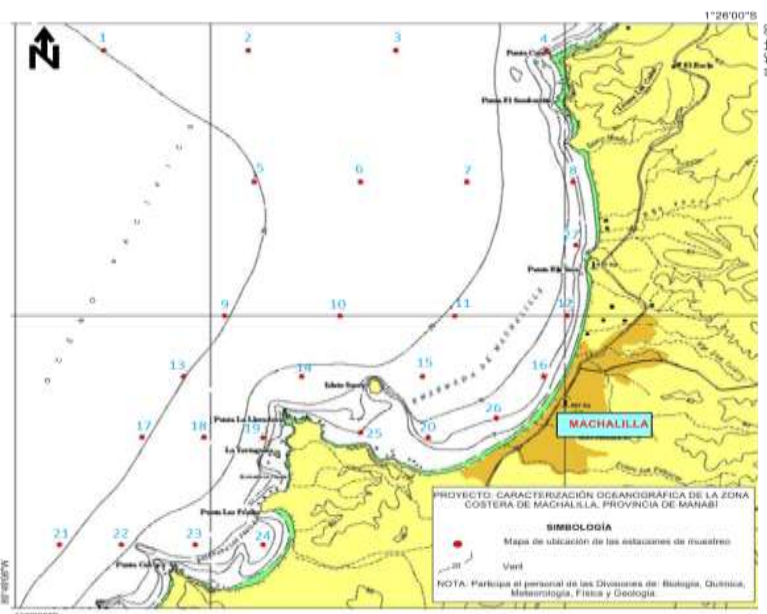
La distribución espacial y composición del plancton en una zona determinada, está relacionada principalmente al modelo de circulación y por las propiedades físicas, químicas y biológicas relacionadas a las fases oceanográficas de diferentes escalas (Mullin, 1993).

El monitoreo estuvo distribuido en tres veriles de profundidad, con las siguientes estaciones:

Estaciones cercanas: 4, 8, 27, 12, 16, 26, 20, 25, 15, 11, 7, 24.

Estaciones intermedias: 3, 6, 10, 14, 19, 23, 18, 22.

Estaciones alejadas: 1, 2, 5, 9, 13, 17, 21, (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en el Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.  
**Figure 1.** Location of the study area in the Machalilla National Park, during March 2015.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### MATERIAL:

El material para desarrollar el presente estudio estuvo conformado por los siguientes parámetros:

**Clorofila *a*:** Se colectaron muestras de agua con la botella Van Dorn en cuatro niveles de profundidad 0-10-20 y 30 m de profundidad. La cantidad de muestras de agua marina fue de 1000 ml, las mismas que fueron filtradas con una bomba al vacío a través de filtros de fibra de vidrio de  $0,47\mu\text{m}$  (micrómetros), previamente envueltos con papel aluminio y llevados en refrigeración por 24 horas.

**Biomasa celular:** La colecta de muestras de fitoplancton para realizar los recuentos celulares se realizaron mediante botellas Van Dorn en las mismas profundidades que la clorofila-*a*. Las muestras fueron obtenidas en frascos de 250 ml y posteriormente se preservaron con solución de Lugol.

**Fitoplancton (Red 50 u):** Se obtuvieron muestras de fitoplancton mediante lances de arrastres superficiales y verticales, con redes

simples cónicas de 30 cm de diámetro con una abertura de malla de  $50\mu\text{m}$ , los arrastres superficiales se efectuaron por 10 minutos a una velocidad de 2 nudos y los verticales fueron por 5 minutos, las muestras fueron preservadas con formaldehído al 4% neutralizado con bórax y para el cálculo del volumen de agua filtrada se utilizaron flujómetros previamente calibrados.

**Transparencia (Disco Secchi):** Se baja al agua un disco metálico de 30 cm de color blanco hasta que la percepción visual no sea observada, para lo cual se procedió dejar caer en el agua atado a una cuerda medida. Para la lectura de la profundidad, se inició a contar desde los centímetros hasta los metros de izado del Disco Secchi, hasta que llegue a la superficie. Este método determina la incidencia de la luz solar y que guarda relación con la productividad primaria.

### MÉTODOS:

La metodología que se emplearon para los análisis de las muestras se menciona a continuación:

La determinación de clorofila-*a*, se realizó una vez que las muestras refrigeradas,

fueron dejadas a reposar a temperatura ambiente por un período de 30 minutos, luego se procesaron y se centrifugaron. Posteriormente las muestras, fueron leídas en un fluorómetro Turner Designs. Las lecturas de las densidades ópticas de clorofila-*a*, se realizaron directamente en el tubo de fluorescencia. Para el cálculo, se emplearon las ecuaciones de SCOR UNESCO Working Group 17 (1966).

Para la obtención de la biomasa celular de fitoplancton (cél.L<sup>-1</sup>), cada muestra fue homogenizada y vertida en una cámara de sedimentación con tubo de 25 ml por un período de 24 horas y examinada en un microscopio invertido a 400 x de magnificación, utilizando el método de Utermohl. Mediante formulación los datos fueron convertidos en aguas superficiales, intermedias y de fondo.

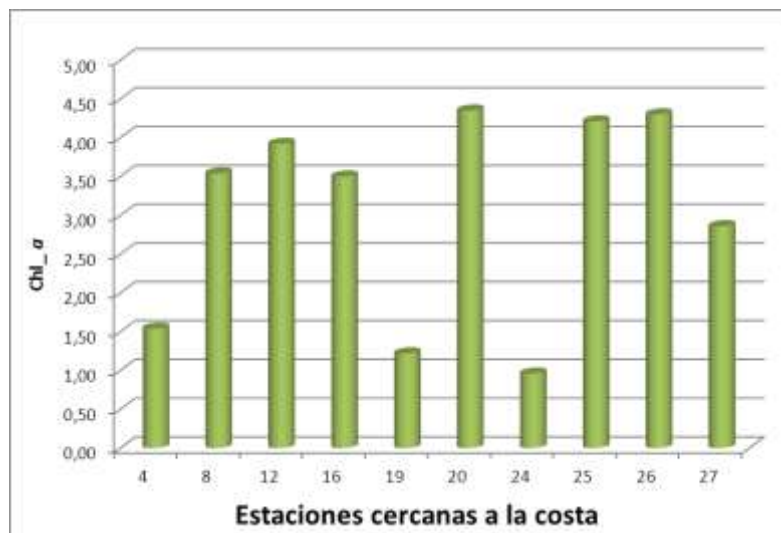
El fitoplancton de red (50 µm), para los análisis de las muestras éstas fueron homogenizadas y se obtuvieron 2 alícuotas,

colocadas en un portaobjeto y sobrepuesto un cubreobjeto de 20 x 20 mm, la lectura se realizó en un microscopio binocular, recorriendo toda el área del cubreobjeto, los resultados son expresados en cél.m<sup>-3</sup>. Para la determinación de especies se consultaron los trabajos de Jiménez (1983), Pesantes (1983), Zambrano (1983), autores que han investigado las especies del Golfo de Guayaquil; y otros textos como Cupp (1940), Sar, *et al* (2002) y Moreno *et al* (1996). Adicionalmente se anotaron las cianobacterias.

## RESULTADOS

### Clorofila-*a*

**Perfil 1:** Conformado por las estaciones cercanas a la costa, a nivel superficial, se registraron altos valores de clorofila-*a* de 4,30-4,35 mg.m<sup>-3</sup> en las E-20 y E-26 respectivamente. La menor concentración de clorofila-*a* fue de 0,96 mg.m<sup>-3</sup> en la E-24, (Figura 2).

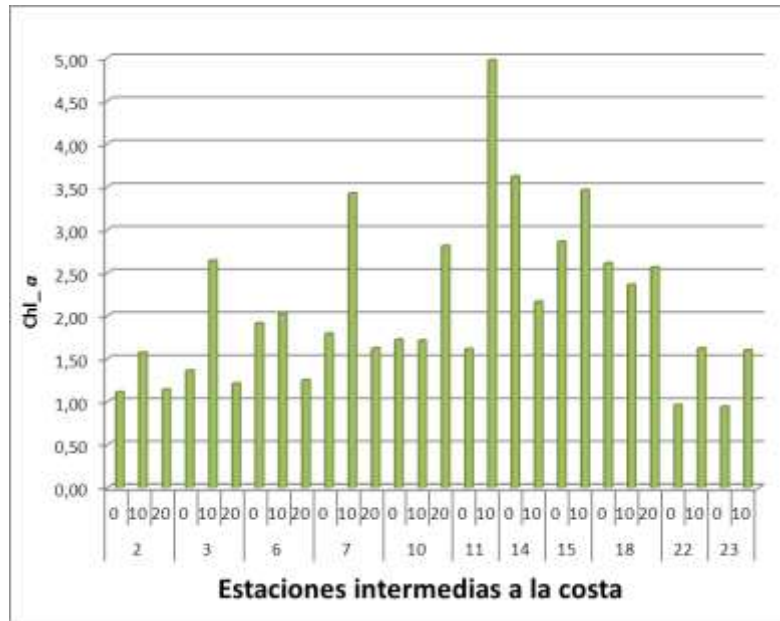


**Figura 2.** Variabilidad superficial de clorofila-*a* en el Perfil 1 (Estaciones cercanas a la costa) frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

**Figure 2.** Superficial variability of chlorophyll in Profile 1 (Stations near the coast) in front of the Machalilla National Park, during March 2015.

**Perfil 2:** Agrupó a estaciones intermedias a la costa, donde se registraron dos núcleos importantes de clorofila-*a* en las E-14 y E-15 con valores entre 2,86-3,62 mg.m<sup>-3</sup> a nivel superficial. En el estrato de los 10 m, se

observaron altas concentraciones de 3,42-3,60-4,97 mg.m<sup>-3</sup> en las E-7, E-11 y E-15 respectivamente. En el estrato de los 20 m resaltó altas concentraciones de 2,56 mg.m<sup>-3</sup> E-10 y 2,81 mg.m<sup>-3</sup> en la E-18, (Figura 3).



**Figura 3.** Variabilidad superficial y vertical de clorofila- *a* en el Perfil 2 (Estaciones intermedias a la costa) frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

**Figure 3.** Superficial and vertical variability of chlorophyll in Profile 2 (Intermediate stations to the coast) in front of the Machalilla National Park, during March 2015.

**Perfil 3:** Conglomera a las estaciones alejadas a la costa, se registró disminución de las concentraciones de clorofila-*a*, sobresaliendo el valor de 2.19 mg.m<sup>-3</sup> E-13 a nivel de superficie. En el estrato de los 10 m, se observó dos núcleos de clorofila-*a* con valores entre 2.33 y 2.97 mg.m<sup>-3</sup> en

las E-5 y 13 respectivamente. En el estrato de los 20 m se registraron valores altos de clorofila entre 3.71-4.20 mg.m<sup>-3</sup> en las E-5 y 9 respectivamente. En el estrato de los 30 m se observaron parches de clorofila en las E-5 y E-9 con valores de 2.07 mg.m<sup>-3</sup>, (Figura 4).



**Figura 4.** Variabilidad superficial y vertical de clorofila- *a* en el Perfil 3 (Estaciones alejadas a la costa) frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

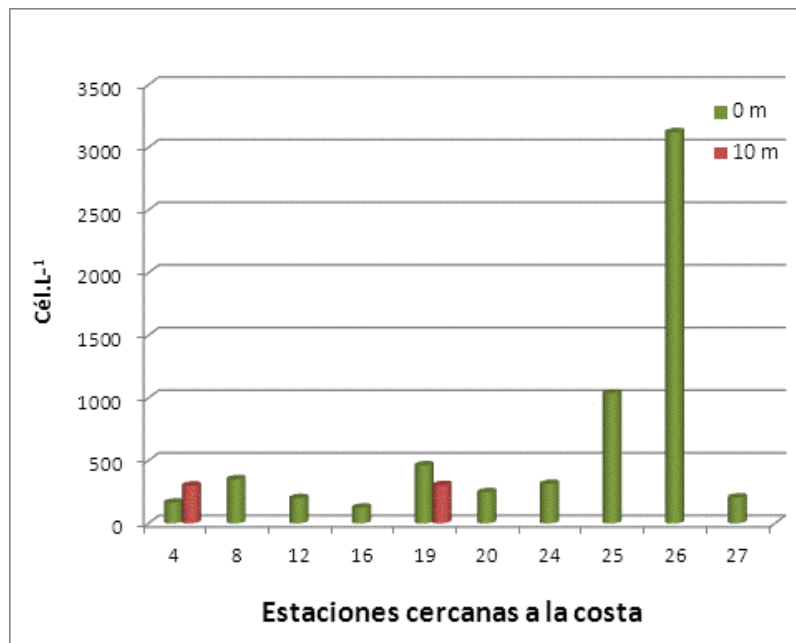
**Figure 4.** Superficial and vertical variability of chlorophyll in Profile 3 (far stations from the coast) in front of the Machalilla National Park, during March 2015.

### Biomasa celular del fitoplancton:

**Perfil 1:** En las estaciones cercanas a la costa, se observó en superficie una muy abundante biomasa celular de 6241  $\text{cél.L}^{-1}$  en toda el área. La mayor biomasa celular se registró en la E-26 con 3122  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor se observó en la E-16 con 127  $\text{cél.L}^{-1}$ . Se registró un total de 64 especies. La composición de especies estuvo dada por *Paralia sulcata*, *Melosira nummolooides*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Skeletonema*

*costatum*, *Coscinodiscus excentricus* y *Triplos furca*.

A los 10 metros de profundidad se observó una moderada biomasa celular de 608  $\text{cél.L}^{-1}$  en el área de estudio. La mayor biomasa se registró en la E-19 con 306  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor en la E-4 con 302  $\text{cél.L}^{-1}$ . Se determinó 31 especies. La comunidad de fitoplancton estuvo representada por *Coscinodiscus excentricus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Guinardia striata*, *Pinnularia brevicostata* y *Triplos furca*, (Figura 5).



**Figura 5.** Distribución superficial y subsuperficial de biomasa celular en el Perfil 1 (Estaciones cercanas a la costa) frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

**Figure 5.** Surface and subsurface distribution of cellular biomass of the Stations near the coast in front of Machalilla National Park, during March 2015.

**Perfil 2:** En las estaciones intermedias a la costa, se observó en superficie una escasa biomasa celular del fitoplancton con 2698  $\text{cél.L}^{-1}$  en toda el área. La mayor biomasa celular se registró en la E-2 con 482  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor biomasa se observó en la E-18 con 90  $\text{cél.L}^{-1}$ , encontrándose 70 especies.

La composición de las especies fueron: *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira subtilis*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus sp.* y *Cyclotella meneghiniana*.

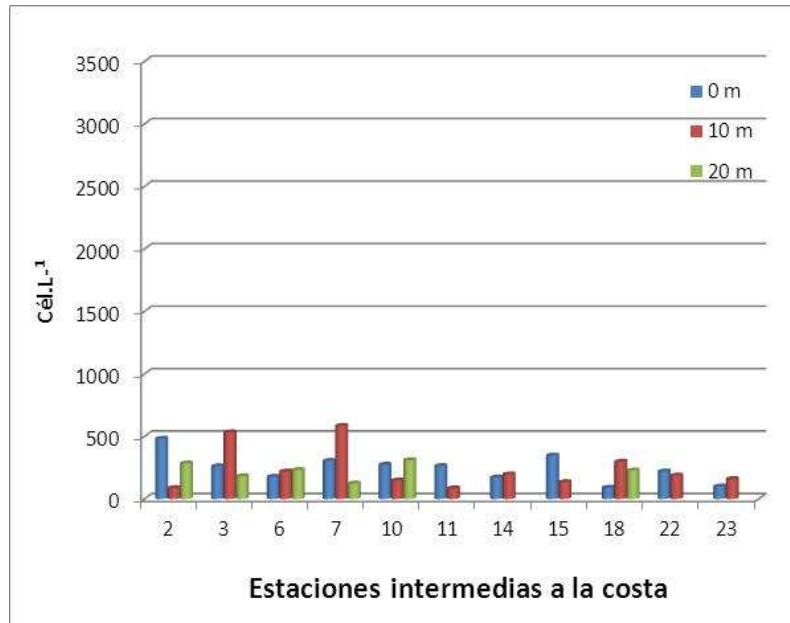
A los 10 metros de profundidad se observó una abundante biomasa celular de 2637  $\text{cél.L}^{-1}$  en toda el área. La mayor biomasa se registró en la E-7 con 585  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor en la E-2 con 87  $\text{cél.L}^{-1}$ , registrándose 60 especies, siendo *Coscinodiscus excentricus*, *Guinardia striata*, *Paralia sulcata*, *Lauderia annulata*, *Triadinium polyedricum* y *Triplos furca*.

A los 20 metros de profundidad se observó una abundante biomasa celular de 1362  $\text{cél.L}^{-1}$  en el área.



La mayor biomasa se registró en la E-10 con 310  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor en la E-7 con 124  $\text{cél.L}^{-1}$ , registrándose 63 especies. La composición de las especies fueron:

*Coscinodiscus excentricus*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Guinardia striata*, *R. imbricata*, *Paralia sulcata* y *Tripos furca*, (Figura 6).



**Figura 6.** Distribución superficial y subsuperficial de biomasa celular del fitoplancton en las estaciones intermedias a la costa frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

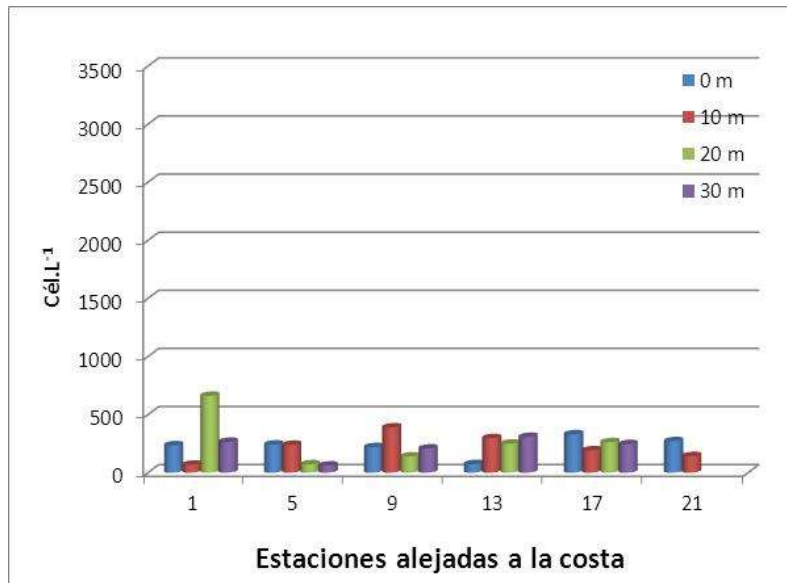
**Figure 6.** Surface and subsurface distribution of cellular biomass of the Intermediate stations to the coast in front of Machalilla National Park, during March 2015.

**Perfil 3:** En las estaciones alejadas a la costa, se registró en superficie una abundante biomasa celular del fitoplancton de 1376  $\text{cél.L}^{-1}$  en el área. La mayor biomasa celular se registró en la E-17 con 331  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor biomasa se observó en la E-13 con 75  $\text{cél.L}^{-1}$ , encontrándose 48 especies. Destacaron las especies *Coscinodiscus excentricus*, *Thalassiosira subtilis*, *Coscinodiscus sp*, *Paralia sulcata*, y *Tripos furca*, (Figura 7).

A los 10 metros de profundidad se observó una abundante biomasa celular de 1333  $\text{cél.L}^{-1}$ , en el área. La mayor biomasa se registró en la E-9 con 390  $\text{cél.L}^{-1}$ , y la menor en la E-1 con 69  $\text{cél.L}^{-1}$ , registrándose una disminución de microalgas, con 53 especies. Las especies que denotaron abundancia fueron *Coscinodiscus excentricus*, *Paralia sulcata*, *Rhizosolenia imbricata*, *Thalassiosira subtilis*, y *Tripos furca*.

A los 20 metros de profundidad se observó una abundante biomasa celular de 1619  $\text{cél.L}^{-1}$  en el área estudiada. La mayor biomasa se registró en la E-1 con 662  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor en la E-5 con 73  $\text{cél.L}^{-1}$ , registrándose un total de 47 especies. La composición de las especies estuvo conformada por *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus excentricus*, *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia imbricata*, *Thalassionema frauenfeldii*, y *Tripos furca*.

A los 30 metros de profundidad se observó una abundante biomasa celular de 1090  $\text{cél.L}^{-1}$  en el área. La mayor biomasa se registró en la E-13 con 308  $\text{cél.L}^{-1}$  y la menor en la E-5 con 62  $\text{cél.L}^{-1}$ , registrándose 47 especies, de las cuales sobresalieron: *Thalassionema frauenfeldii*, *Coscinodiscus excentricus*, *Pinnularia brevicostata*, *Paralia sulcata* y *Pleurosigma angulatum*.



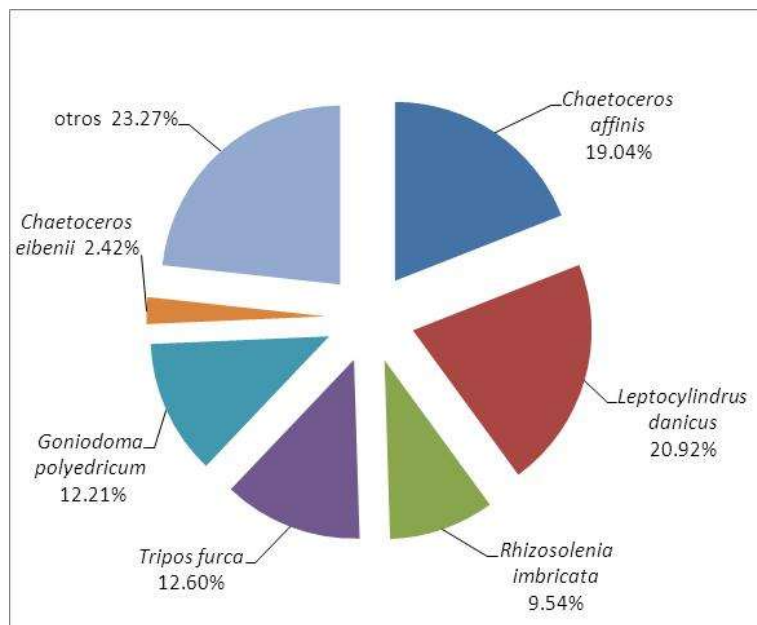
**Figura 7.** Distribución superficial y subsuperficial de biomasa celular en las estaciones alejadas a la costa frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

**Figure 7.** Surface and subsurface distribution of cellular biomass of far stations from the coast in front of Machalilla National Park, during March 2015.

**Abundancia relativa del fitoplancton de red.**

**Perfil 1:** En las estaciones cercanas a la costa se observó 112 especies, conformada por Diatomeas céntricas (49 spp), diatomeas pennadas (21 spp), dinoflagelados (37 spp), silicoflagelado (1 spp), cianobacterias (2 spp) y

clorophytas (2 spp). En orden de abundancia relativa esta área se caracterizó por la presencia de las siguientes especies: *Chaetoceros affinis* 19.04%, *Leptocylindrus danicus* 20.92%, *Rhizosolenia imbricata* 9.54%, *Ch. eibonii* 2.42%, *Tripos furca* 12.60%, *Triadinium polyedricum* 12.21% y otros 23.27%, (Figura 8).

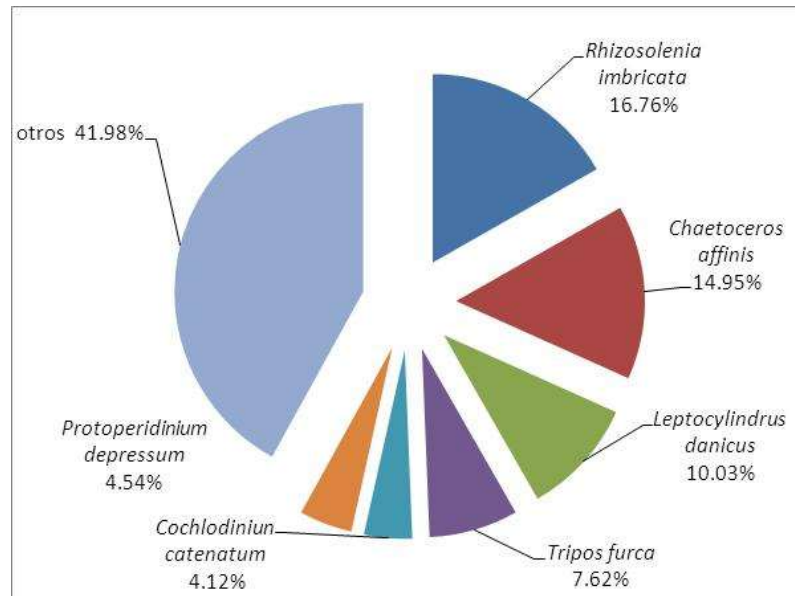


**Figura 8.** Abundancia relativa del fitoplancton de red en superficie en las estaciones cercanas a la costa frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

**Figure 8.** Relative abundance of surface phytoplankton at stations near the coast in front of Machalilla National Park, during March 2015.

**Perfil 2:** En las estaciones intermedias a la costa se observó una leve disminución del total de especies, siendo 100 especies distribuidas en: Diatomeas céntricas (48 spp), diatomeas pennadas (11 spp), dinoflagelados (38 spp), silicoflagelado (1 spp), cianobacteria (1 spp) y clorophyta (1spp). Caracterizó esta área las siguientes especies

las que en orden de abundancia relativa son: *Rhizosolenia imbricata* 16.76%, *Chaetoceros affinis* 14.95%, *Leptocylindrus danicus* 10.03%, *Tripes furca* 7.62%, *Cochlodinium catenatum* 4.12%, *Protoperidinium depressum* 4.54% y otros 41.98%, (Figura 9).

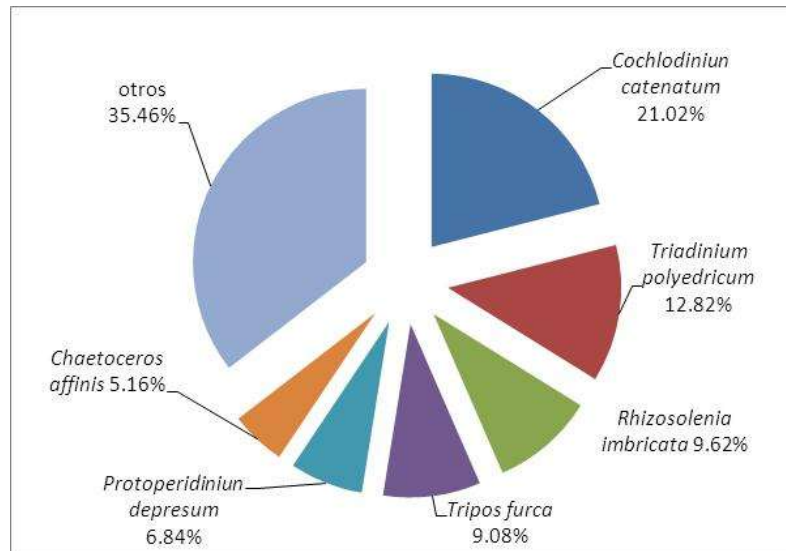


**Figura 9.** Abundancia relativa del fitoplancton de red en superficie en las estaciones intermedias a la costa frente al Parque Nacional Machalilla, durante marzo de 2015.

**Figure 9.** Relative abundance of surface phytoplankton of the Intermediate stations in front of Machalilla National Park, during March 2015.

**Perfil 3:** En las estaciones alejadas a la costa el total de especies continuó disminuyendo, en relación a las estaciones intermedias, llegando a 80 especies distribuidas en: Diatomeas céntricas (39 spp), 7 diatomeas pennadas (7 spp), dinoflagelados (33 spp), silicoflagelado (1 spp). Caracterizando esta

área por las siguientes especies en orden de abundancia relativa: *Cochlodinium catenatum* 21.02%, *Triadinium polyedricum* 12.82%, *Rhizosolenia imbricata* 9.62%, *Tripes furca* 9.08%, *Protoperidinium depressum* 6.84%, *Chaetoceros affinis* 5.16% y otros 35.46 %, (Figura 10).



**Figura 10.** Abundancia relativa del Fitoplancton en la capa superficial de las estaciones alejadas a la costa, durante marzo de 2015- Parque Nacional Machalilla.

**Figure 10.** Relative abundance of surface phytoplankton of far stations from the coast in front of Machalilla National Park, during March 2015.

## DISCUSIONES

Se realizó una compilación relativa de las investigaciones desarrolladas en ésta importante área protegida del Ecuador.

Tapia (2007), menciona en un estudio realizado en las estaciones de La Libertad durante 1999 en superficie un total de 113 especies, con un promedio para La Libertad durante el año 2000 de 162 especies, en Manta 1999 un total de 109 especies y para Manta del año 2000 un promedio de 119 especies. En relación con la actual investigación la diversidad ha disminuido ligeramente con 112 especies en las estaciones cercanas a la costa.

Prado & Cajas (2010a), en un estudio realizado en Puerto López encontraron que la abundancia fitoplanctónica por estratos de los 10 m de profundidad fueron las densidades más altas, y fueron menores en superficie, exceptuando en junio que presentó una distribución homogénea en la columna desde la superficie hasta los 30 m. En abril y junio se observó una importante actividad algal hasta los 50 m de profundidad.

Por su parte, en Puerto López se mantiene la condición de baja productividad del fitoplancton y de altas concentraciones zooplanctónicas, lo que refleja la condición de consumo que existe entre estos dos niveles tróficos en este lugar, situación que se confirma con la correlación negativa que existe entre los diferentes grupos, la misma que si bien no es tan alta, está reflejando la dinámica natural del ecosistema.

Gualancañay E., M. Tapia, M. Cruz, C. Naranjo & F. Villamar. 2010-2011, registran en el área de Jaramijó durante la época húmeda una alta concentración de clorofila-*a* con valores de 0.84-1.22 mg/m<sup>3</sup> en la fase de flujo y entre 0.82-1.14mg/m<sup>3</sup> en la fase de reflujo.

Tapia (2013), registra en un trabajo efectuado sobre el estado actual del fitoplancton en aguas ecuatorianas previo a la prospección sísmica en el litoral ecuatoriano observó que a nivel subsuperficial, la máxima diversidad de fitoplancton se registró en la Región Central de Manabí determinándose un total de 56 especies en dicha área.

Naranjo & Tapia (2014), registran en una investigación realizada en Pedernales mencionan que en la época seca se presentó una mayor diversidad y uniformidad de especies de fitoplancton debido a la abundancia de *Leptocylindrus danicus*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Rhizosolenia imbricata*, *Proboscia alata* y así también se presentó una mayor diversidad de especies de zooplancton caracterizados por la presencia de *Penillia avirrostris*, *Evadne tergestina*, *Sagitta peruviana*, *S. minima*, *S. bedoti*, *S. neglecta*, *S. enflata* y *S. bipunctata*, pertenecientes a los grupos cladóceros y quetognatos.

Tapia & Naranjo (2015), en un estudio realizado en Bahía de Caráquez mencionan que para una mejor interpretación de la caracterización en Bahía de Caráquez se lo divide en dos zonas: La primera considerada en el área marino-costera la mayor productividad zooplanctónica y su diversidad se encontró en el perfil 1 (E-3) con valor de 346098 Org/100 m<sup>3</sup>, y otro segundo parche de una elevada productividad se encontró en el perfil 3 (E-12) con 342792 Org/100 m<sup>3</sup> durante reflujos.

## CONCLUSIONES

- Se observa en las “Estaciones cercanas” ubicadas en las E-20 y E-26 los mayores núcleos de clorofila, mientras a los 10 m fue en la E-11 correspondiente a las “Estaciones intermedias” como área de alta producción de clorofila. Tanto que a los 20 m de profundidad se registró un núcleo de clorofila localizado en la E-9 correspondiente a las “Estaciones alejadas”.

- Se determina que las mayores biomásas celulares se observaron en las Estaciones cercanas” ubicada en la E-26 a nivel superficial, coincidiendo con el mayor núcleo de clorofila registrado en esta estación.

- Se observaron en los arrastres superficiales las mayores densidades relativas en las E-7 y E-27 ubicadas en áreas de las “Estaciones cercanas e intermedias”. La menor abundancia relativa se registró en la E-6.

- En las muestras de los arrastres superficiales se destaca en las Estaciones cercanas una densidad porcentual de las especies del fitoplancton representadas por *Chaetoceros affinis* 19.04%, *Leptocylindrus danicus* 20.92%, *Rhizosolenia imbricata* 9.54%, *Ch. eibonii* 2.42%, y otros 23.27% que son típicas de ambientes costeros y cosmopolita, por lo cual se considera normal para la presente época.

- Se registraron en los arrastres verticales altas densidades porcentuales en la E-21 ubicada en el área de las “Estaciones alejadas”. La menor abundancia relativa se registró en la E-13, representadas por *Guinardia striata* 35.27%, *Chaetoceros affinis* 8.00%, *Leptocylindrus danicus* 4.53%, *Triadinium polyedricum* 11.53%, *Tripes furca* 9.44%, *Protoperidinium depressum* 6.45% y otros 24.78%.

- En general debido a la fauna planctónica acompañante, dominaron las Larvas de cifonaua, copépodos, radiolarios, resaltando la presencia de una gran cantidad de huevos de invertebrados, huevos de peces como resultado de la disponibilidad de fitoplancton y de nutrientes existentes en el área, lo que habría favorecido a estas comunidades, debido a que cumplen un rol importante para el equilibrio del ecosistema marino.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Sr. CPNV-EM. Patricio Hidalgo Director del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador y al Sr. TNNV-SU Leonardo Alvarado Director de Oceanografía Naval, por las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación.

A Elcira Delgado, M.Sc, del Instituto del Mar de Perú y al Dr. Manuel Cruz de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil se agradecen los comentarios y sugerencias de los dos revisores, que sirvieron para elevar la calidad de este trabajo. A la Lcda. Alicia Alvarez por facilitarnos la bibliografía especializada. Así también al Dr. Jorma Kuparinen, de la Universidad Helsinki de Finlandia, por la revisión del trabajo y emitir unas valiosas sugerencias en la redacción del abstract.

## REFERENCIAS

- Briones, E., A. Flachier, J. Gómez, D, Tirira, I. Jaramillo & C. Chiriboga. 1997. Inventario de Humedales del Ecuador. I Parte: Humedales lénticos de las provincias de Esmeraldas y Manabí. Eco Ciencia/INEFAN/Convención de Ramsar, Quito: 87- 133.
- Cupp, E., 1943. Marine plankton diatoms of west coast. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. Eds H. Sverdrup, R. Fleming, L. Miller, 5(1): 1-238.
- García M., Mena P. & Suárez 1989. Identificación y Evaluación de Algunos Remanentes sobresalientes de Bosque húmedo en el occidente del Ecuador Manuscrito. Eco Ciencia. Quito.
- Gualancañay E., M. Tapia, M. Cruz, C. Naranjo & F. Villamar. 2010-2011. Caracterización Biológica de la Bahía de Jaramijó en la Costa Ecuatoriana, 2008. Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 16 (1): 70-86.
- Instituto Geográfico Militar. 1991. Atlas Geográfico Militar y de Ecuador: 1 – 91.
- Instituto nacional de Pesca y VECEP ALA 92/43. 1998. Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el Puerto de Santa Rosa, Provincia del Guayas. Boletín Científico y Técnico. Vol. VXI (1): 1-45.
- Jiménez, R., E. Gualancañay y M. Luzuriaga. 1974. Producción primaria y pigmentos fotosintéticos del fitoplancton marino del Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2(1):30.
- Jiménez R., 1983. Diatomeas y dinoflagelados del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2(2): 193-282.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2007. Actualización del Diagnóstico del Parque Nacional Machadilla: Elementos prioritarios de la diversidad biológica y cultural. Proyecto GEF: Ecuador Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP-GEF). Quito.
- Moreno, J., S. Licea y H. Santoyo. 1996. Diatomns del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur: 1-280.
- Mullin, M. 1993. Webs and scales: Physical and ecological processes in marine fish recruitment. Washington Sea Grant. University of Washington Press: 135.
- Naranjo C., & M, Tapia 2013. Variabilidad estacional del Plancton en la Bahía de Manta, Ecuador durante el 2011. Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 18(1):65-74.
- Naranjo & Tapia. 2014. Productividad planctónica en la Bahía de Pedernales, Manabí-Ecuador durante el 2013. Acta Oceanográfica del Pacífico, Volumen 19, No.2, páginas 31-42.
- Parsons, R., M. Takahashi & B. Margrave. 1984. Biological oceanographic processes. Pergamon Press. London: 330.

- Pesantes F., 1983. Los dinoflagelados como indicadores de “El Niño” en el mar ecuatoriano. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR. Vol. 2 (1):85-117.
- PMRC. 1987. Proyecto de manejo de recursos costeros. Ecuador perfil de sus recursos costeros. Fundación Pedro Vicente Maldonado: 71- 126.
- Prado M., y J. Cajas. 2010a. Variabilidad del Plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante 2007. Rev. de Ciencias del Mar y Limnología. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil – Ecuador. 4(3):59-69.
- RAMSAR. 1971. Generalidades de Galápagos. Plan de conservación y desarrollo selectivo para la Provincia insular: 1-12.
- Sar, E., Ferrario M, Reguera M. 2002. Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía. Primera edición: 167 – 194.
- SCOR UNESCO Working group 17, 1966. Determination of photosynthetic pigments in the sea water. Monographs on oceanographic methodology, 1, UNESCO: 8-9.
- Semina G., 1967. Phytoplankton: In the Biology of the Pacific Ocean: party I, Plankton. Ed. Bogorov V. 7: 27-85.
- Tapia M., 2007. Variabilidad temporal del fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento “ La Niña 1999-2000“. Tesis doctoral. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales- Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 14 (1): 37-48.
- Tapia M., & C. Naranjo. 2010-2011. La Clorofila *a* como un indicador Biológico en las estaciones fijas durante el Evento La Niña 2009- 2010. Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol.16 (1): 63-69.
- Tapia M., 2013. Composición y distribución del Fitoplancton durante la Prospección Sísmica en la Costa Ecuatoriana, diciembre de 2008. Acta Oceanográfica del Pacífico, Vol. 18(1):75-89.
- Tapia M., & Naranjo C. 2015. Caracterización del Plancton en Bahía de Caráquez y en el estuario del río Chone, durante marzo de 2012. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Volumen 20 (1): 31-41.
- Tomas C., 1998. Identifying marine Phytoplankton. Academic Press, Florida: 1-858.
- Utermohl H., 1958. Zur Vervollkomnung der Quantitativen phytoplankton Methodic Mitt Inter. Limnol. 9: 1-38.
- Zambrano I., 1983. Tintinnidos del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico (INOCAR), Ecuador, 2(2): 443-507.