

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL PLANCTON EN LA ZONA COSTERA DEL ECUADOR, EN MAYO DE 2013.

COMPOSITION AND ABUNDANCE OF THE PLANKTON IN THE COASTAL AREA OF ECUADOR, IN MAY 2013.

Christian Naranjo¹, María Elena Tapia¹

¹Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR. Avda. 25 de julio -Base Naval Sur.

Email: christian.naranjo@inocar.mil.ec; maria.tapia@inocar.mil.ec

RESUMEN

Durante el año 2013 en la zona costera representada por cuatro estaciones, se presentó un total de 45 especies de fitoplancton, observándose la mayor productividad fitoplanctónica y zooplanctónica a los 2.5° sur estación 4 (E-4), frente a Puerto Bolívar, esta abundancia zooplanctónica fue disminuyendo paulatinamente a partir de 0° hacia el norte de la costa ecuatoriana.

Al comparar el grado de afinidad a través del índice de Sorensen, entre la estación 2 ubicada frente a Manta y la estación 3 ubicada frente a La Libertad; se determinó que existe una afinidad en la composición de las especies del zooplancton, representado por un 0.66 tanto a nivel superficial y subsuperficial.

*Las especies **Sagitta peruviana**, **Sagitta popovicci** y **Khronitta subtilis** que son especies típicas de aguas frías, su mayor abundancia fue observada a nivel subsuperficial, su composición similar de especies permitió una mayor afinidad entre las estaciones 3 y 4 localizada a 2° y 3° sur. En tanto, que hacia el norte del 0° de la línea ecuatorial es menor la afinidad y se observaron las especies **Sagitta bruuni**, **Sagitta minima**, que son típicas de aguas cálidas provenientes del norte.*

*Se registraron las especies **Chaetoceros affinis**, **Chaetoceros peruvianus**, **Thalassiosira subtilis** que caracterizan la presencia de aguas neríticas, mientras que **Rhizosolenia imbricata**, **Chaetoceros eibonii** y **Proboscia alata** son indicadoras de aguas cálidas, por lo tanto se observó una mezcla de especies de aguas neríticas, cálidas y frías propias de la época en transición, estos cambios de productividad del plancton posiblemente estén asociados a las condiciones locales.*

Palabras claves: *Biomasa, Diatomeas, Diversidad de especies, Índice de Sorensen, Pacífico Oriental, Productividad biológica, Quetognatos, Zona costera.*

ABSTRACT

This study was done at four stations in the coastal zone of Ecuador during 2013 and it observed a total 45 phytoplankton species. The highest phytoplankton and zooplankton productivity was observed at 2.5 ° south (E-4) in front of Puerto Bolivar, this biomass zooplankton declined steadily from 0 ° north of the ecuadorian coast.

By comparing the degree of affinity through the Sorensen index between station 2 located in front of Manta and station 3 located in front of La Libertad, it was determined that there is an affinity in the composition of the zooplankton species represented by a 0.66 both at the superficial level and subsurface.

The *S. peruviana*, *S. popovicii* and *Khronitta subtilis* species, which are typical cold water species, were observed at subsurface level. Similar species composition allowed a higher affinity between stations 3 and 4 located at 2° and 3° south. Towards the north of the 0° of the equatorial line the affinity is smaller and the species *S. bruuni*, *S. minima* that are typical of warm waters coming from the north.

Were recorded the species *Chaetoceros affinis*, *Ch. peruvianus*, *Thalassiosira subtilis* that characterized the presence of neritic waters, whereas *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros eibenii* and *Proboscia alata* are indicative of warm waters, therefore a mixture of species of neritic, warm and cold conditions typical of the transition period, these plankton productivity changes may be associated with the conditions located in the Esmeraldas, Manta, La Libertad and Puerto Bolívar stations.

Keywords: Biomass, Biological productivity, Coastal zone, Chaetognatha, Diatoms, Eastern Pacific, Species diversity, Sorensen index.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema pelágico regional en Ecuador, está tipificado por una alta productividad biológica debido a condiciones oceanográficas únicas que se caracterizan por la presencia de aguas superficiales frías y ricas en nutrientes, producto de intensos procesos de surgencia costera (CPPS, 2000).

La ocurrencia de masas de aguas superficiales y subsuperficiales varían considerablemente debido al régimen complejo de la circulación oceánica en el Pacífico Oriental Tropical, en particular el desplazamiento estacional del Frente Ecuatorial es un factor importante para la distribución de las masas de aguas del Ecuador Okuda T., Valencia M., & R. Suéscum, (1983).

El plancton es considerado muy buen indicador de condiciones oceanográficas, así también condiciones atípicas de El Niño y La Niña. El fitoplancton está representado por una gran variedad de especies, con poblaciones específicas que corresponden a las diferentes masas de Aguas Tropicales (Rojas-Mendiola, 1981). Existen especies de zooplancton que tienen características de ser buenos indicadores de masas de aguas. Cruz, (2012), identificó el pseudotecosomado *Desmopterus papilio* y reportado por primera vez en julio 1991, que tiene preferencia por aguas de mezcla entre Aguas Tropicales Superficiales y Aguas Subtropicales Superficiales.

Los cambios climáticos globales tienen una conexión con la variabilidad en la tasa de

perturbación ecológica en áreas cercanas a la costa y en ambientes oceánicos, procesos que han sido involucrados para explicar la declinación del coral e incremento de radiación ultravioleta y la presión relacionada a impactos antropogénicos, tales como sobrepesca, contaminación marina y eutrofización costera son enunciados por Marshall, Bonaventura, Mitchell, Prospero, Sherman, Shinn, Dolah & Barber (2000); sin embargo, el fitoplancton es el principal sintetizador de los mecanismos acuáticos (Subba, 1976).

Los estudios desarrollados para conocer el régimen de circulación y su influencia sobre el plancton se basan fundamentalmente en las condiciones hidrográficas que caracteriza a cada masa de agua en particular.

El principal objetivo del estudio es emplear las especies de plancton como indicadores de masas de aguas por lo que se considera evaluar la clorofila *a*, composición, abundancia de las especies de los grupos de diatomeas, dinoflagelados y quetognatos. Así también que afinidad existen entre las especies y su distribución espacial en las 4 estaciones ubicadas de norte a sur de la zona costera del Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación, se efectuó en cuatro estaciones oceanográficas localizadas sobre la fosa de subducción, y frente a las costas de las provincias de Esmeraldas, Manabí, Península de Santa Elena y El Oro, cercanas a las estaciones fijas que el INOCAR está monitoreando mensualmente (Figura 1).

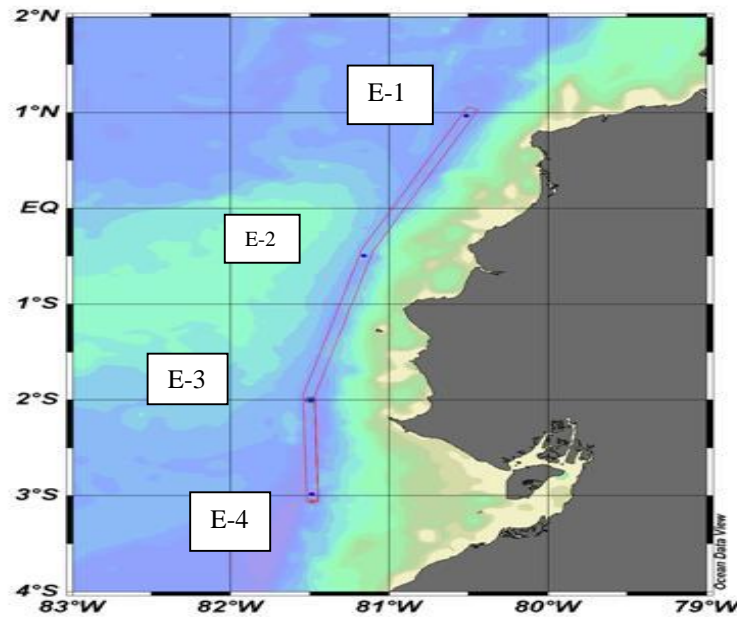


Figura 1. Estaciones de muestreos, de la zona costera del Ecuador, donde E-1 Esmeraldas, E-2 Manabí, E-3 Península de Santa Elena y E-4 El Oro, durante el Crucero CO-I-2013

Figure 1. Sampling stations of the coastal zone of Ecuador, where E-1 Esmeraldas, E-2 Manabí, E-3 Peninsula of Santa Elena and E-4 El Oro, during the Cruise CO-I-2013

Durante el crucero CO-1-2013, efectuado a bordo del B/I ORION se obtuvieron muestras de agua en cuatro estaciones oceanográficas ubicadas frente a las costas de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y El Oro a profundidades estándar (0 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m, 75 m y 100 m), mediante el uso de botellas Niskin (8 L) para análisis de clorofila *a* (Método de Fluorometría, SCOR Unesco, 1966), conteo celular (Método de Utermohl).

En las estaciones diurnas se midió la incidencia de la luz con la ayuda del disco Secchi. Para análisis cualitativo de fitoplancton se llevaron a cabo arrastres superficiales con red de 50 μ durante 10 minutos a 2 nudos empleando redes cónicas simples (WP-2) y se efectuaron lances verticales con las mismas características de la red.

Para los análisis cualitativos de la comunidad fitoplanctónica y zooplanctónica se efectuaron arrastres superficiales utilizando

una red cónica simple, con un diámetro de 0.30 m y una abertura de malla de 50 μ y 335 μ respectivamente. Los arrastres se realizaron durante 10 minutos a una velocidad de dos nudos. Las muestras fueron fijadas con formol al 4% previamente neutralizado con bórax.

También se realizaron arrastres verticales desde los 50 m hacia la superficie, para el efecto se utilizó una red con un diámetro de 0.30 m y 0.45 m con una abertura de malla de 50 μ y 335 μ respectivamente.

Las redes están provistas de un flujómetro para registrar las revoluciones iniciales y finales durante cada lance de la red, a fin de obtener el volumen de agua filtrada.

Para la determinación de clorofila *a* se colectaron muestras de un litro de agua de mar y fueron filtradas con la ayuda de una bomba al vacío. Adicionalmente se utilizó un set de filtración donde se colocaron los filtros de fibra de vidrio Whatman de 0.45 μ , donde se vertió 1000 ml de muestra. Finalmente se

adicionó 2 ml de carbonato de magnesio para que los pigmentos de la clorofila se adhieran al papel filtro.

Para el análisis cualitativo de fitoplancton se tomaron 2 alícuotas homogenizadas que fueron previamente colocadas en porta objeto y sobrepuesto un cubre objeto de 20 x 20 mm y con la ayuda de un microscopio binocular, se efectuó el análisis de toda el área del cubre objeto, finalmente los datos fueron expresados en $\text{cél}/\text{m}^3$.

Para el análisis de especies del fitoplancton se siguió la taxonomía de Cupp (1943), Taylor (1976), Jiménez (1983), Pesantes (1983), Balech (1988), Tomas (1997).

Para los análisis de zooplancton se procedió a obtener mediante el método de McEwen, con la ayuda del Separador de Folsom alícuotas para posteriormente realizar los análisis cualitativos y cuantitativos empleando un estéreo microscopio y microscopio para observar detalles morfológicos para la identificación de los especímenes de quetognatos.

Para la identificación de los grupos zooplanctónicos se emplearon las claves (Cajas 1967), (Gasca y Suárez, 1996), (Boltovskoy, 1981), (Alvariño, 1963; 1965) y (Bonilla 1983).

Para el análisis de clasificación cualitativo, se empleó el índice de Sorensen para establecer el grado de afinidad entre los sitios de muestreos y su relación con las especies de plancton en función de la presencia y ausencia de las especies de diatomeas y quetognatos.

Se registraron los datos de temperatura superficial del mar con la ayuda del termómetro de balde y salinidad superficial mediante uso del salinómetro.

RESULTADOS

Fitoplancton: Clorofila *a*

Estación 1- Esmeraldas: Se observaron concentraciones con aguas de baja productividad de $0.08 \text{ mg}/\text{m}^3$ a nivel superficial. En el estrato subsuperficial de los 10-20 m de profundidad, se registraron aguas ligeramente productivas con $0.24\text{-}0.28 \text{ mg}/\text{m}^3$ respectivamente. Las menores concentraciones se encontraron a los 50 m con $0.06 \text{ mg}/\text{m}^3$ siendo de baja productividad primaria, (Figura 2 a, b, c, d).

Estación 2- Manta: Se registraron concentraciones con aguas de baja productividad $0.02 \text{ mg}/\text{m}^3$ a nivel superficial. A los 10-20 m de profundidad, se registraron aguas de baja productividad con $0.16\text{-}0.18 \text{ mg}/\text{m}^3$. Las menores concentraciones se encontraron a los 30 m con $0.02 \text{ mg}/\text{m}^3$ siendo de baja productividad primaria.

Estación 3- La Libertad: Se observaron concentraciones con aguas de baja productividad de $0.08 \text{ mg}/\text{m}^3$ a nivel superficial. En el estrato subsuperficial de los 30 m de profundidad, se registraron aguas de baja productividad con $0.09 \text{ mg}/\text{m}^3$. Las menores concentraciones se encontraron a los 10-40 m con $0.03\text{-}0.04 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Estación 4- Puerto Bolívar: Se registraron concentraciones con aguas de baja productividad con $0.12 \text{ mg}/\text{m}^3$ a nivel superficial. En el estrato subsuperficial de los 10-20 m de profundidad, se registraron aguas ligeramente productivas con $0.32\text{-}0.46 \text{ mg}/\text{m}^3$. Las menores concentraciones se encontraron a los 40-50 m con $0.05\text{-}0.07 \text{ mg}/\text{m}^3$ siendo de baja biomasa fitoplanctónica.

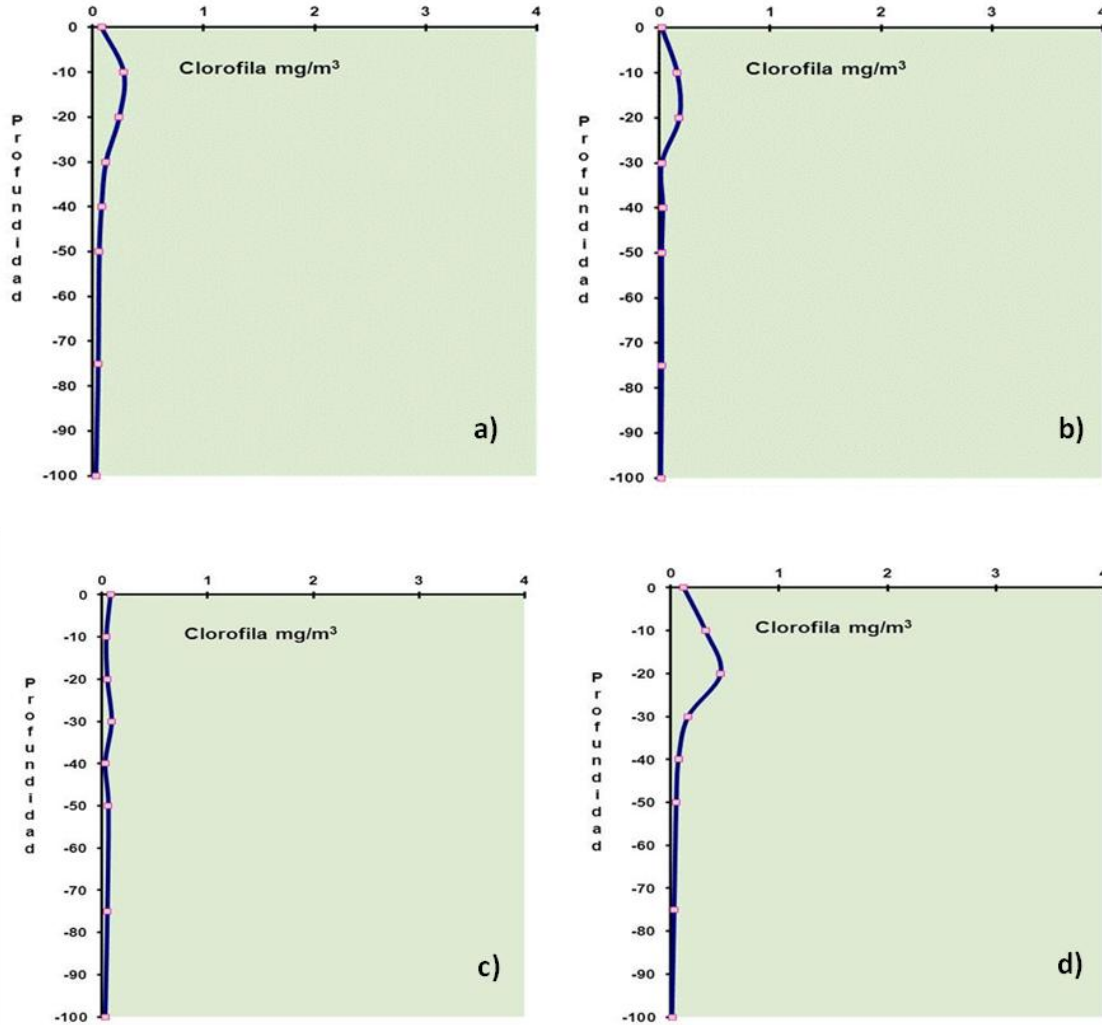


Figura 2. Variabilidad superficial y vertical de clorofila *a* en las estaciones costeras, durante el C0-1-2013
a) Esmeraldas; b) Manta, c) La Libertad; d) Puerto Bolívar

Figure 2. Surface and vertical variability of chlorophyll *a* in coastal stations, during C0-1-2013
a) Esmeraldas; b) Manta, c) La Libertad; d) Puerto Bolívar

FITOPLANCTON: DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL.

Estación 1- Esmeraldas: Se encontró en esta área una alta densidad celular con un total de 5179 cél/m^3 , registrándose una riqueza de 44 especies distribuidas en 28 diatomeas, 14 dinoflagelados y 2 silicoflagelados.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera:

Chaetoceros affinis 26.6%, *Ch. peruvianus* 23.3 %, *Thalassiotrix frauenfeldii* 21.7%, *Rhizosolenia imbricata* 15.2%, *Guinardia striata* 1.6% y otros 11.4% (Figura 3).

Se registró la temperatura superficial del mar de 26.5°C . y salinidad de 32.7 psu.

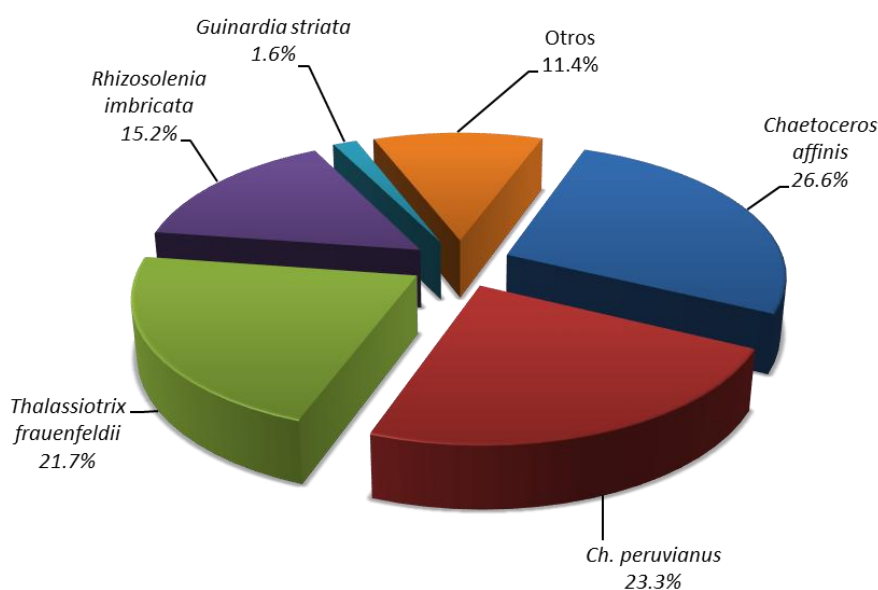


Figura 3. Composición superficial del fitoplancton en la estación 1- Esmeraldas, durante el C0-1-2013
Figure 3. Surface composition of phytoplankton in station 1- Esmeraldas, during C0-1-2013

A nivel subsuperficial se encontró en esta área una moderada densidad celular con un total de 711 células/m³, registrándose una riqueza de 35 especies distribuidas en 24 diatomeas, 9 dinoflagelados y 2 silicoflagelados.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera: *Ch.*

affinis 30.9%, *Ch. curvisetus* 15.4%, *Bacteriastrum hyalinum* 14.9%, *Ch. peruvianus* 8.4%, *R. imbricata* 8.1% y otros 22.1% (Figura 4).

La temperatura del mar a los 50 m fue 26.3° valor de y salinidad de 32.7 psu.

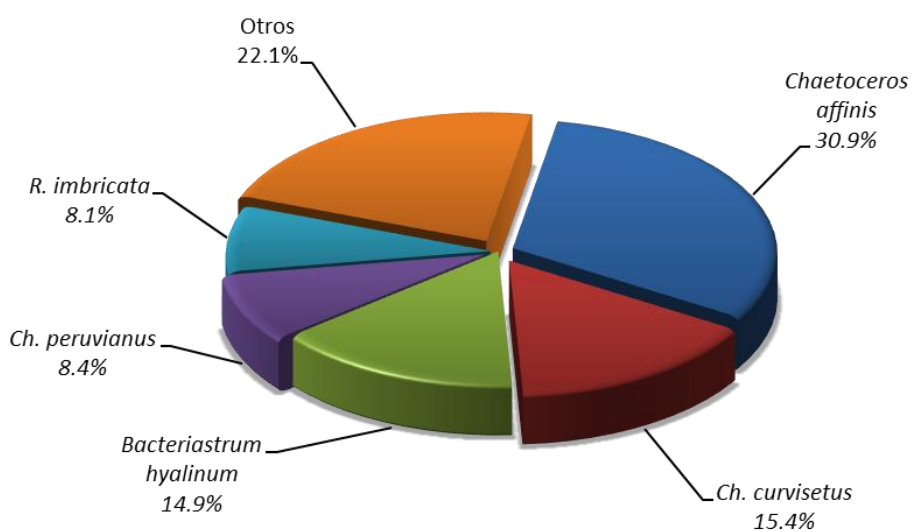


Figura 4. Composición subsuperficial del fitoplancton en la estación 1- Esmeraldas, durante el C0-1-2013
Figure 4. Subsurface composition of phytoplankton in station 1- Esmeraldas, during C0-1-2013

Estación 2- Manta: Se encontró en esta área una escasa densidad celular con un total de 337 células/m³, registrándose una riqueza de 32 especies distribuidas en 20 diatomeas, 9 dinoflagelados y 3 silicoflagelados.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera: *Ch.*

peruvianus 28.6%, *R. imbricata* 25.8%, *Ch. affinis* 10.9%, *Thalassiosira subtilis* 4.4%, *Rhizosolenia hebetata* 3.5% y otros 26.8 % (Figura 5). Se registró la temperatura superficial del mar de 25.2° C. y salinidad de 31.4 psu.

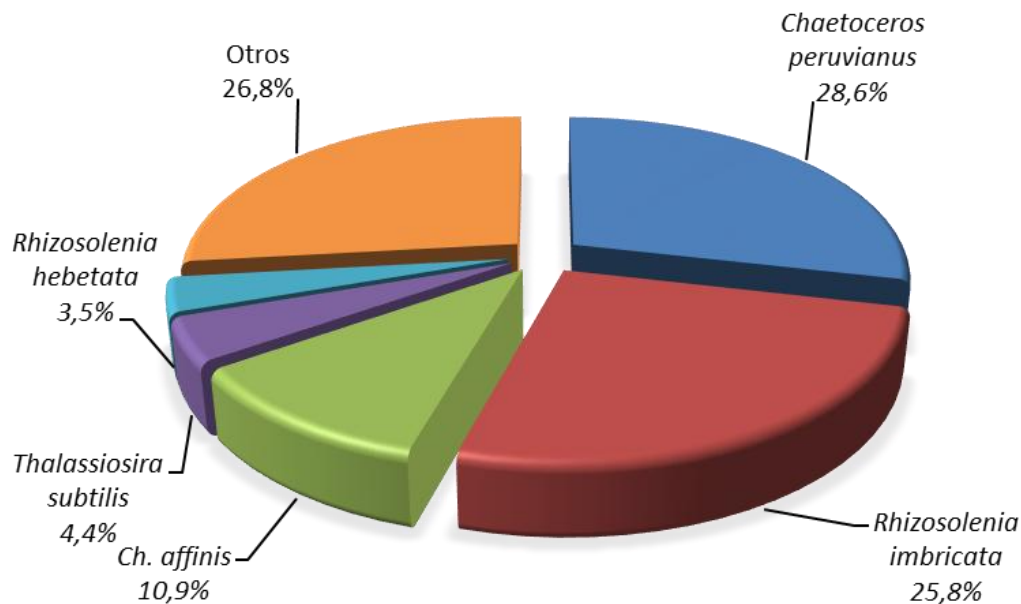


Figura 5. Composición superficial del fitoplancton en la estación 2- Manta, durante el C0-1-2013
Figure 5. Surface composition of phytoplankton in season 2- Manta, during C0-1-2013

A nivel subsuperficial se encontró en esta área una escasa densidad celular con un total de 346 células/m³, registrándose una baja riqueza de 19 especies distribuidas en 15 especies de diatomeas y 4 especies de dinoflagelados.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera: *Ch.*

peruvianus 28.9%, *R. imbricata* 26.0 %, *Ch. affinis* 13.0%, *Thalassiotrix frauenfeldii* 8.67%, *Ch. eibonii* 5.78% y otros 17.6% (Figura 6).

Se registró 21.3° C de temperatura del mar a los 50 m y salinidad de 35.0 psu.

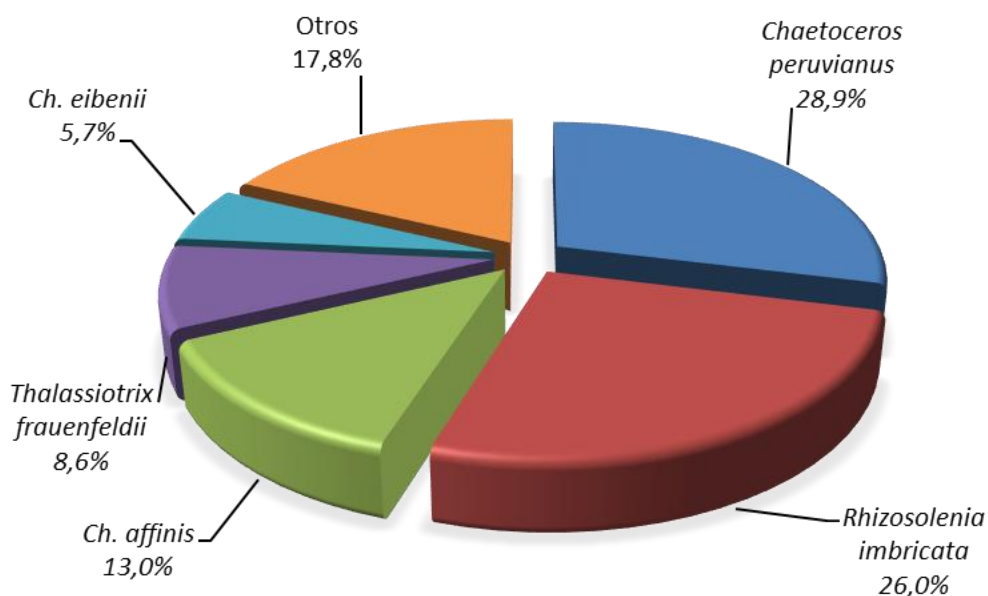


Figura 6. Composición subsuperficial del fitoplancton en la estación 2-Manta, durante el C0-1-2013
Figure 6. Subsurface composition of phytoplankton in station 2-Manta, during C0-1-2013

Estación 3- La Libertad: Se registró en esta área una abundante densidad celular con un total de 1151 células/m³, registrándose una riqueza de 33 especies distribuidas en 20 diatomeas y 13 dinoflagelados.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera: *R.*

imbricata 48.6%, *Proboscia alata* 39.0%, *Navicula sp.* 2.7%, *Ceratium dens* 1.4%, *Planktoniella sol* 1.0% y otros 7.1% (Figura 7).

Se registró una temperatura superficial del mar de 24.5° C y salinidad de 33.6 psu.

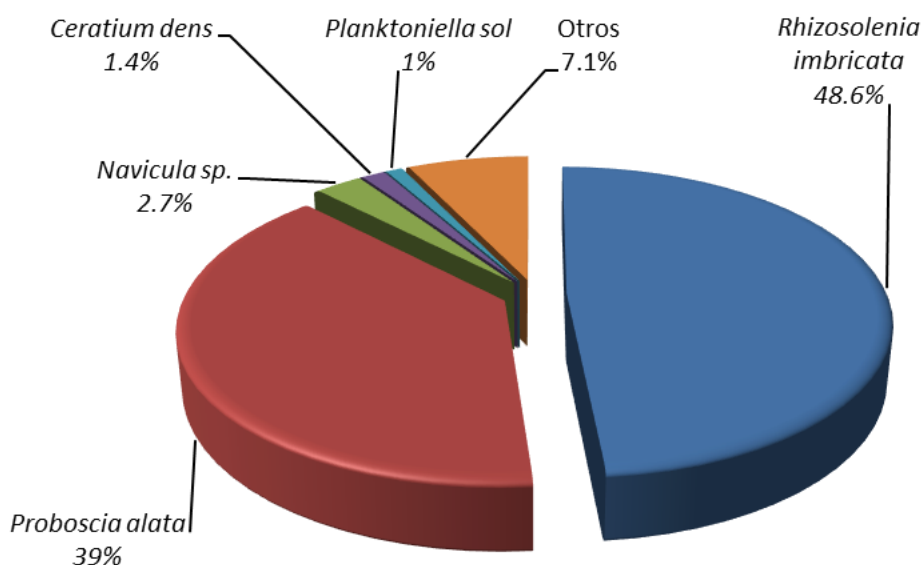


Figura 7. Composición superficial del fitoplancton en la estación 3- La Libertad, durante el C0-1-2013
Figure 7. Surface composition of phytoplankton in station 3- La Libertad, during the C0-1-2013

A nivel subsuperficial se encontró en esta área una escasa densidad celular con un total de 300 células/m³, registrándose una diversidad de 30 especies distribuidas en 18 diatomeas, 10 dinoflagelados y 2 silicoflagelados.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera: *T.*

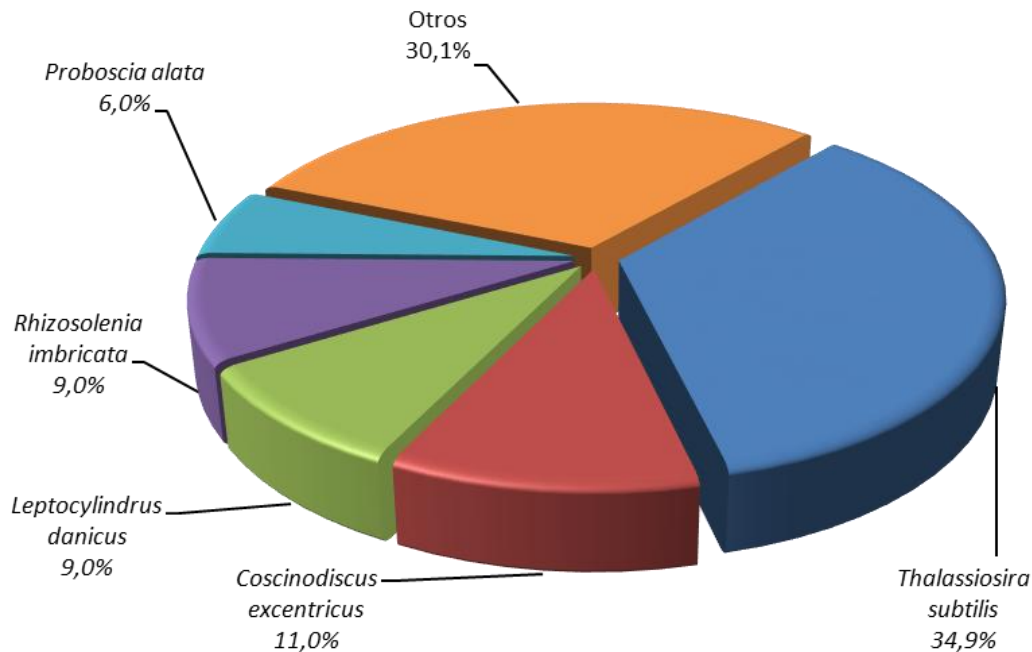


Figura 8. Composición subsuperficial del fitoplancton en la estación 3- La Libertad, durante el C0-1-2013
Figure 8. Subsurface phytoplankton composition in station 3- La Libertad, during C0-1-2013

Estación 4- Puerto Bolívar: Se registró en esta área una abundante densidad celular con un total de 1378 células/m³, registrándose una diversidad de 41 especies distribuidas en 26 diatomeas, 14 dinoflagelados y 1 silicoflagelado.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera: *R. imbricata* 76.1%, *Dactyosolen mediterraneus* 2.7%, *Ch. affinis* 2.5%, *P. alata* 2.2 %, *Guinardia striata* 2.2 % y Otros 14.2% (Figura 9). Se registró una temperatura superficial del mar de 24.5° C y salinidad de 33.9 psu.

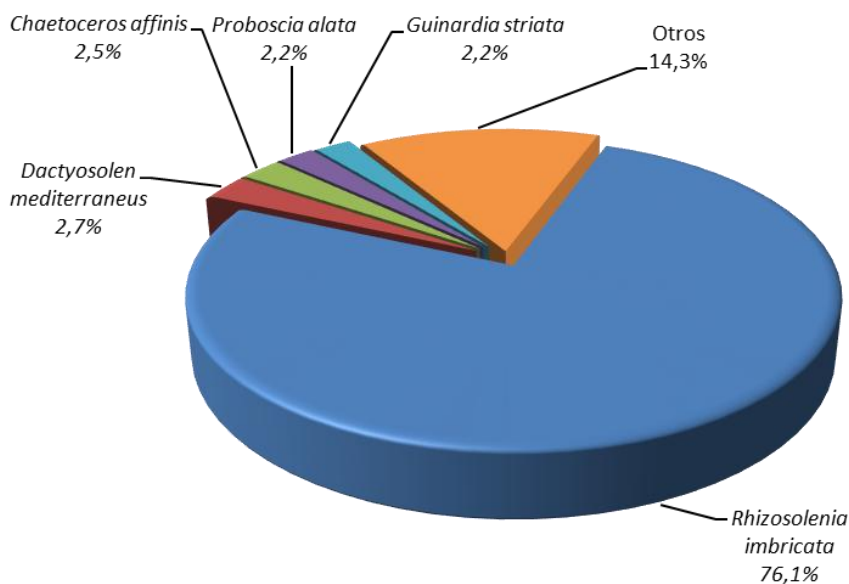


Figura 9. Composición superficial del fitoplancton en la estación 4-Puerto Bolívar, durante el C0-1-2013
Figure 9. Surface composition of phytoplankton in station 4-Puerto Bolívar, during the C0-1-2013

A nivel subsuperficial se encontró en esta área una moderada densidad celular con un total de 599 células/m³, registrándose una riqueza de 43 especies distribuidas en 30 diatomeas, 11 dinoflagelados y 2 silicoflagelados.

La abundancia relativa de las especies estuvo representada de la siguiente manera: *Ch.*

affinis 38.0%, *T. subtilis* 20%, *R. imbricata* 6.7%, *Thalassiotrix frauenfeldii* 5.0%, *Coscinodiscus excentricus* 5%, y otros 25.3% (Figura 10). Se registró 16.9° C de temperatura del mar a 50 m y salinidad de 35.1 psu.

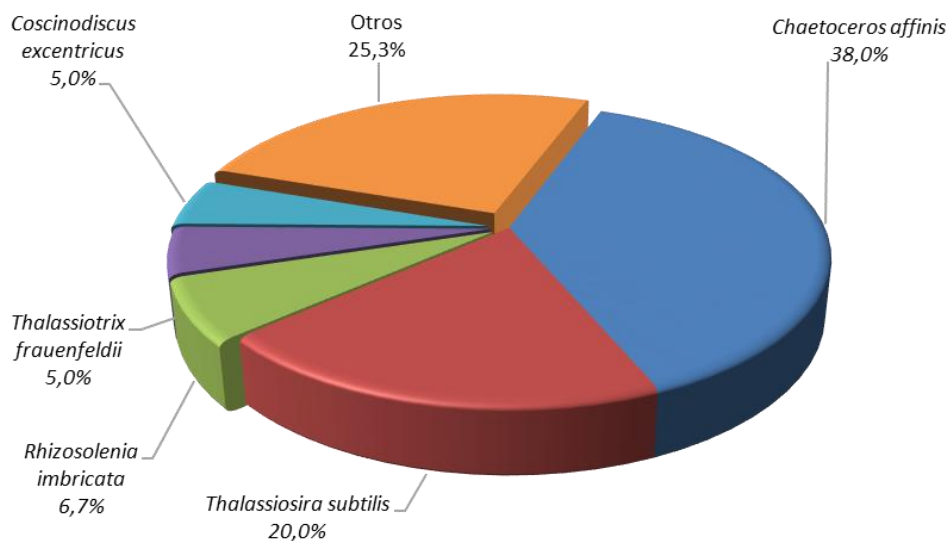


Figura 10. Composición subsuperficial del fitoplancton en la estación 4-Puerto Bolívar, durante el C0-1-2013
Figure 10. Subsurface composition of phytoplankton in station 4-Puerto Bolívar, during the C0-1-2013

Adicionalmente se registró una escasa densidad celular de dinoflagelados representado por las especies *Goniodoma polyedricum*, *C. dens* y *Ceratium fusus* con 15 y 27 cél/m³ encontrados en La Libertad y Esmeraldas respectivamente.

Estas especies de dinoflagelados se las puede considerar como especies euteritéricas ya que soportan amplios rangos de temperatura.

Zooplancton: Distribución superficial y subsuperficial.

Estación 1- Esmeraldas: Los valores de abundancia de zooplancton encontrados al norte de la costa ecuatoriana fueron menores en comparación a los registrados al sur de la costa y especialmente frente a Puerto Bolívar.

Los valores de abundancia de zooplancton registrados en Esmeraldas a nivel superficial fueron de 2556 ind./100m³ y a nivel subsuperficial se encontró un valor ligeramente superior con un total de 4363 ind./100m³, que representa una baja abundancia zooplanctónica (Figura 11).

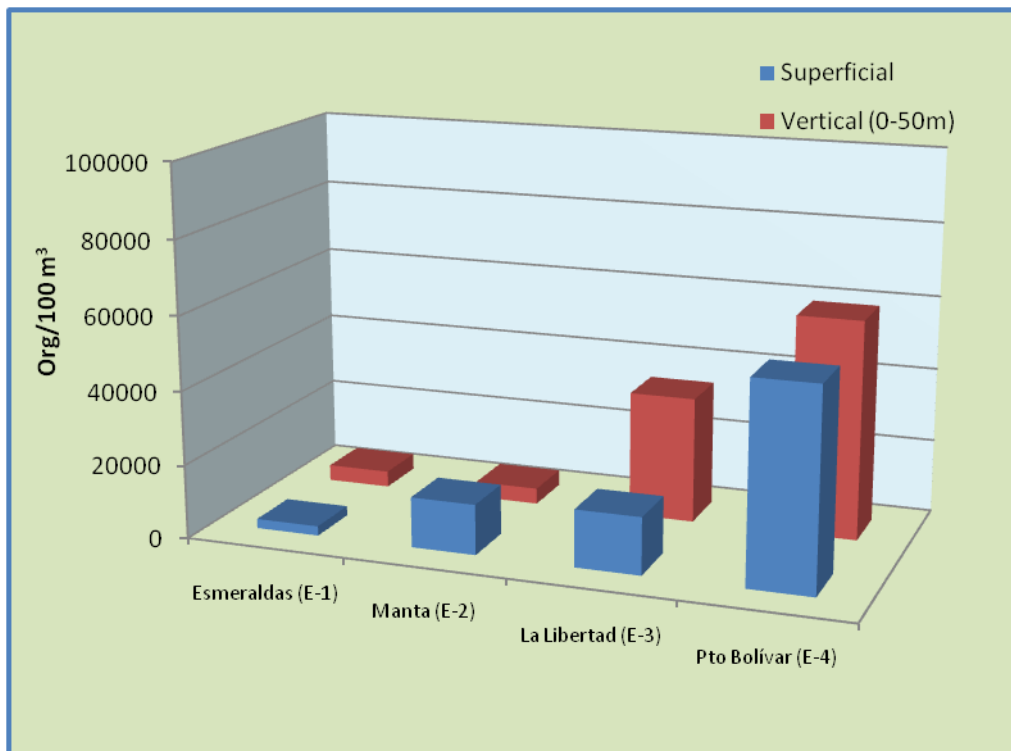


Figura 11. Distribución superficial y vertical de la abundancia del zooplancton en la costa ecuatoriana, durante el CO-1-2013

Figure 11. Surface and vertical distribution of abundance of zooplankton in the ecuadorian coast, during CO-1-2013

Los grupos dominantes en la capa superficial fueron los radiolarios 53%, seguido de copépodos 25.8%, quetognatos 6.6%, y huevos de invertebrados 6.6%, a nivel

superficial, y presentándose un patrón similar en la composición los grupos dominantes del zooplancton a lo observado en la columna de agua.

Con relación a las especies de quetognatos a nivel superficial se presentaron una mayor riqueza de especies, representados por un total de 6 especies correspondientes al género *Sagitta sp.* 41.2% que representan ejemplares juveniles, seguido de las especies *S. enflata* 29.4%, *S. bedoti* 17.6%, *S. bruuni* 11.8%, *S. pacifica* 5.9%, *S. minima* 5.9%, y *S. bipunctata* 5.9%.

A nivel subsuperficial se reportan las especies con mayor abundancia que fueron *S. enflata* 38.9%, seguidos de *S. bedoti* 16.7%, y *S. pacifica* 5.6%. Estas especies están tipificando aguas cálidas y oceánicas provenientes del norte.

El análisis de clasificación del índice de Sorensen mostró una afinidad en la estación 2 ubicada frente a Manta y se determinó que existe una afinidad en la composición de las especies representado por un 0.71 a nivel superficial, mientras que en la columna de agua fue ligeramente menor con 0.6 (Fig.12).

Estación 2- Manta: En la estación ubicada frente a Manta se determinó a nivel superficial valores de abundancia de zooplancton con 13625 ind./100m³ siendo aguas productivas a nivel subsuperficial se encontró un valor inferior representado por una abundancia de 4293 ind./100m³ siendo esta biomasa considerada ligeramente productiva.

La abundancia de zooplancton en la capa superficial estuvo representado por los copépodos 50.5%, radiolarios 39.3%, y quetognatos 7.4%.

A nivel subsuperficial se presentaron los grupos copépodos 47.9%, huevos de invertebrados 25.1%, seguido de los grupos quetognatos 11.4%, zoeas de brachiuras 10.2%, doliolum 4.2%, y apendicularios 1.2%.

Con relación a las especies de quetognatos se observó la presencia de *Sagitta enflata* 64%, *S. bedoti* 16%, seguido de *S. minima* 8%, *S. bipunctata* 4% y *Pterosagitta draco* 4%.

Estación 3- La Libertad: Los valores de abundancia de zooplancton fueron incrementándose paulatinamente hacia la zona sur de la costa ecuatoriana, determinándose a nivel superficial valores de 15503 ind./100m³, siendo mucho mayor la abundancia a nivel subsuperficial con valor de 34162 ind./100m³, caracterizando esta área como una zona productiva de zooplancton.

Los grupos zooplanctónicos en la capa superficial fueron los siguientes: Copépodos 78%, radiolarios 7% y quetognatos 6.4%, con una menor abundancia se registraron los grupos foraminíferos, doliolum, apendicularios, estomatópodos, ostrácodos, pterópodos, heterópodos, huevos de peces, larvas de peces, larvas de poliquetos, megalopas de brachiuras, y anfípodos, que juntos representan una abundancia del 8.6%, y adicionalmente se determinó una considerable diversidad de grupos en comparación a las estaciones 1 y 2.

A nivel subsuperficial se presentó un patrón similar en la composición siendo los grupos dominantes copépodos 73.4%, eufaúsidos 10.2%, radiolarios 7.2% y quetognatos 3.6%.

Con relación a las especies de quetognatos en la capa superficial se reporta al género *Sagitta sp.* con 14.8%, y las especies *S. enflata* 44.4%, *S. bedoti* 33.3%, *S. regularis* y *S. minima* con un 3.7% cada especie. En tanto que a nivel subsuperficial se registraron especies que tipifican la presencia de aguas frías representado por la asociación de las especies *Sagitta peruviana*, *S. hexaptera* y *Khronitta subtilis*.

Comparando el grado de afinidad a través del índice de Sorensen entre la estación 2 ubicada frente a Manta y la estación 3 ubicada frente a La Libertad se determinó que existe una

afinidad en la composición de las especies representado por un 0.66 de similitud tanto a nivel superficial y subsuperficial (Figura 12).

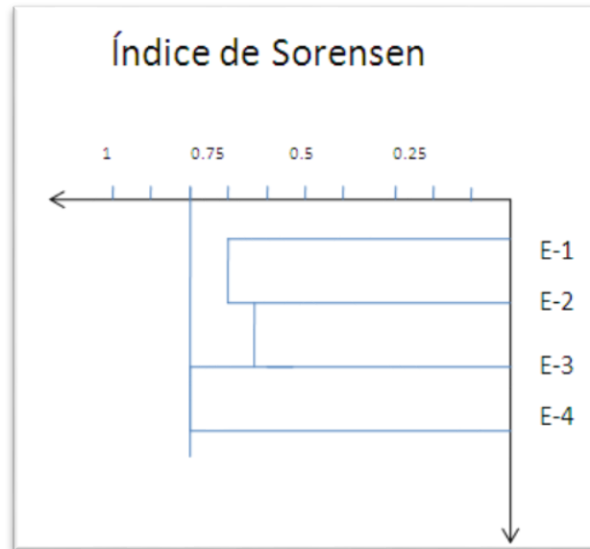


Figura 12. Dendrograma para representar la similitud entre las estaciones del Crucero Oceanográfico de las especies de quetognatos en la capa superficial, mayo de 2013

Figure 12. Dendrogram to represent the similarity between the Oceanographic Cruise stations of the ketognath species in the surface layer, may 2013

Estación 4- Puerto Bolívar: En esta estación fue el lugar donde se registró la mayor abundancia de zooplancton con valores muy similares en la capa superficial y subsuperficial, representados por 54174 y 59281 ind./100m³, respectivamente. Se resalta que los grupos con mayor abundancia relativa en la capa superficial fueron radiolarios 51.8% y copépodos 43.1%, y un patrón similar en la presencia de los grupos dominantes observados a nivel subsuperficial.

Con relación a las especies de quetognatos la estación 4 guardó una similitud de acuerdo al índice de Sorensen en comparación a la estación 3, y se determinó valores de 0.8 y 0.76 a nivel superficial y subsuperficial respectivamente (Figura 13).

A nivel subsuperficial se presentaron especies típicas de aguas frías debido a la presencia de *Sagitta popovicii* y *Khronitta subtilis*, en tanto que a nivel superficial se presentó *Sagitta bedoti* que caracteriza procesos de mezcla de aguas frías y cálidas.

Por lo que de acuerdo a estos valores dentro del Dendrograma existe un patrón con mayor gradiente similar entre las estaciones 3 y 4, en tanto que las estaciones 2 comparadas con la 3 presenta una menor similitud, posiblemente influenciado por los procesos de los gradientes termohalinos debido al choque de aguas frías provenientes del sur y que se encuentran con las aguas cálidas del norte.

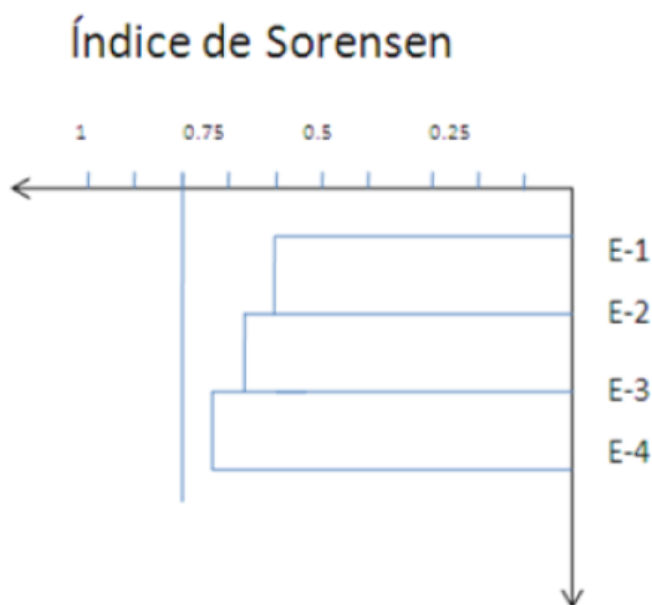


Figura 13. Dendrograma para representar la similitud entre las estaciones del Crucero Oceanográfico de las especies de quetognatos en la capa subsuperficial, mayo de 2013

Figure 13. Dendrogram to represent the similarity between the Oceanographic Cruise stations of the ketognath species in the subsurface layer, May 2013

DISCUSIÓN

Gualancañay, E. M. Tapia, C. Naranjo, M. Cruz & F. Villamar (2008 a), mencionan en su estudio de la caracterización ambiental en Jaramijó efectuado en el 2008, durante la época húmeda se presentó una alta concentración de clorofila *a* con rangos entre 0.84-1.22 mg/m³ en la fase de flujo y entre 0.82-1.14mg/m³ en la fase de reflujó.

Actualmente la productividad primaria registrada en la Bahía de Manta es inferior, siendo el valor máximo de 0.78 mg/m³ en la E-4 durante la época húmeda.

En un estudio realizado en la costa ecuatoriana, Prado & Cajas (2010), señalan que *Dactyosolen mediterraneus* es una especie nerítica y cosmopolita.

De acuerdo a la distribución de la productividad primaria y secundaria en la Bahía de Manta, se determinó que los sitios donde se encontró la menor concentración de

clorofila *a* fueron los sitios en que se registraron las mayores agregaciones de biomasa de zooplancton, y especialmente cladóceros, copépodos que son organismos de régimen alimenticio herbívoro.

Estos patrones de distribución de plancton se confirma con el estudio de Prado & Cajas (2007), que confirma con la correlación negativa que existe entre los diferentes grupos, debido a la condición de consumo que existe entre estos dos niveles tróficos, observado en Puerto López, situación que considera como una dinámica natural del ecosistema.

Tapia (2008 b), determinó 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, comparando con el actual estudio se presentó

en la bahía de Manta un total de 75 especies de fitoplancton, 29 taxa que corresponden al zooplancton y de estos 6 especies de quetognatos y 2 especies de cladóceros que caracterizaron una considerable diversidad planctónica. Las especies de quetognatos que están caracterizando aguas cálidas fueron *Sagitta enflata*, *S. minima* y de aguas oceánicas en la capa superficial fueron *Sagitta bipunctata* y *Pterosagitta draco*.

En la comunidad del fitoplancton que tiene una mayor riqueza de especies, y por lo tanto una mayor diversidad de especies se presentaron diferencias significativas entre distintas estaciones analizadas estadísticamente dentro de la misma época húmeda. Esto permite sugerir que comparando con medias poblacionales entre diferentes épocas del año existan cambios en las abundancias de las poblaciones del fitoplancton.

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 comparación a la presente investigación en Manta a nivel superficial se determinó 35 especies caracterizado por la dominancia de *Chaetoceros peruvianus* 28.6%, *Rhizosolenia imbricata* 25.8%, *Ch. affinis* 10.9%, y se reporta 19 especies a nivel subsuperficial representado por *Chaetoceros peruvianus* 28.9%, *R. imbricata* 26.0%, *Ch. affinis* 13.0%, *Thalassiotrix frauenfeldii* 8.67%, mientras que en La Libertad se determinó 35 y 30 especies en la capa superficial con la mayor abundancia de *Rhizosolenia imbricata* 48.6%, *Probosciaalata* 39.0% y en la columna de agua representado por *Thalassiosira subtilis* 34.9%, *Coscinodiscus excentricus* 10.2%, *Leptocylindrus danicus* 8.50%.

Naranjo & Tapia (2013), en un estudio efectuado en Manta durante el 2011 indican que 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), en un estudio realizado en Pedernales durante el 2013 registran que las especies de fitoplancton y quetognatos estadísticamente no presentaron diferencias significativas comparadas estacionalmente, lo que sugiere que las medias poblacionales en la abundancia de las especies de fitoplancton y quetognatos registradas fueron relativamente similares en la Bahía de Pedernales durante marzo y septiembre de 2013.

Tapia & Naranjo (2015), en una investigación desarrollada en Bahía de Caráquez y en el estuario del río Chone registran una fauna planctónica acompañante, dominando copépodos, larvas de cifonautas, larvas de crustáceos y resaltando la presencia 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.

CONCLUSIONES

- De manera general se determinó que la mayor productividad primaria se observó en Puerto Bolívar a los 10-20 m, debido

a la abundancia y diversidad de diatomeas nutridas en cromatóforos.

- Se registraron especies que caracterizan la presencia de aguas neríticas siendo *Chaetoceros affinis*, *Ch. peruvianus*, *Thalassiosira subtilis*, mientras que *Rhizosolenia imbricata*, *Chaetoceros eibonii* y *Proboscia alata* son indicadoras de aguas cálidas, por lo tanto se observó una mezcla de especies de aguas neríticas, cálidas y frías propias de la época en transición.
- La mayor productividad zooplanctónica se presentó al 2.5° sur (E-4) frente a Puerto Bolívar, esta biomasa zooplanctónica fue disminuyendo paulatinamente a partir del 0° hacia el norte de la costa ecuatoriana.
- En las estaciones 3 y 4 presentaron una mayor similitud en cuanto a la comunidad cualitativa de las especies de quetognatos, de acuerdo al índice de Sorensen.
- En las estaciones 3 y 4 se observaron las especies *S. peruviana*, *S. popovicci* y *Khronitta subtilis* que son especies típicas de la corriente fría de Humboldt y su mayor abundancia fue observada a nivel subsuperficial.
- Hacia el norte del 0° de la línea ecuatorial se observaron las especies *S. bruuni*, *S. minima* que son típicas de aguas cálidas provenientes del norte y asociado a aguas oceánicas debido a la presencia de *Sagitta pacifica*, *S. bipunctata* y *Pterosagitta draco*.

REFERENCIAS

- Alvariño, A., 1963.** Quetognatos Epiplanctónicos del mar de Cortes. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo XXIV. diciembre de 1963: 97-149.
- Alvariño, A., 1965.** Distributional Atlas of Chaetognatha in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, Atlas No 3: 1-291. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations.
- Balech, E. 1988.** Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Instituto Español de Oceanografía, 1: 1-300.
- Bieri, R., 1959.** The Distribution of the Planktonic Chaetognatha in the Pacific and their relationship to the water masses. Limnology and Oceanography. vol. 4 (1):1-28.
- Boltovskoy, D., 1981.** Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Mar del Plata Argentina: 759-789.
- Bonilla, D., 1983.** El Zooplancton de las islas Galápagos. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, vol.2: (1)119-146.
- Cajas, I., 1967.** Estudio de los Quetognatos del plancton del Golfo de Guayaquil. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil, Facultad Ciencias Químicas y Naturales: 1-66.
- Cupp, E., 1943.** Marine plankton diatoms of west coast. Bulletin Scripps Institution of Oceanography of the University of California. EdsH. Sverdrup, R. Fleming, L. Miller, 5(1) 1-238.

Comisión Permanente del Pacífico Sur – CPPS. 2000. Estado del medio ambiente marino y costero del Pacífico Sudeste. Plan de Acción para la Protección del Medio marino y Áreas costeras del Pacífico Sudeste. Quito, Ecuador. Primera edición: 17-20.

Gasca, R., & E. Suárez. 1996. Introducción al zooplancton marino. ECOSUR-CONACYT, México: 1-711.

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.

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

Marshall, L., Bonaventura J., Mitchell T., Prospero J., Sherman B., Shinn E., Dolah F., & Richard Barber. 2000. How are climate and emerging marine diseases functionally linked. Environmental Protection Agency.

Naranjo, C., 2000. Contribución al estudio de los quetognatos alrededor de las Islas Galápagos. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, vol.10 (1): 169-179.

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 C., & M. Tapia. 2014. Productividad planctónica en la Bahía de Pedernales, Ecuador durante el 2013. Acta Oceanográfica del Pacífico, vol. 19 (1): 89-104.

Okuda T., Valencia M., & R. Suéscum de Trejos. 1983. Nutrientes de las aguas superficiales y subsuperficiales en el área frente al Ecuador. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador, 2(1):31-51.

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

Prado, M. & J. Cajas. 2009. Variabilidad del plancton en las estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante el 2008. Boletín Científico y Técnico vol. XX (5). 24-43.

Prado M., & J. Cajas. 2010. 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.

Rojas- Mendiola, B., 1981. Los dinoflagelados como Indicadores Biológicos de masas de agua del Fenómeno El Niño 1972. En Memorias del Seminario sobre indicadores Biológicos del Plancton, UNESCO: 54-73.

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

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

Subba, D., 1976. Marine Plankton Diatoms as indicators of Ocean Circulation in the Bay Bengal, Botanica Marine. XIX: 183-187.

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

Tapia M., 2007. Variabilidad temporal del Fitoplancton en áreas costeras del mar ecuatoriano y su interrelación con el evento “La Niña 1999-2000”. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, vol. 14(1): 37-48.

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.

Taylor, F., 1976. International Indian Ocean expedition. Areporton material collected by the R.V. “AntonBrunn”. Institute of Oceanography and Department of Botany, Canada: 227.

Tomas C., 1997. Identifying marine Phytoplankton. Academic Press, Florida: 1-858

Torres, G., & Tapia, M. 2002. Distribución del fitoplancton en la región costera del mar ecuatoriano, durante diciembre 2000. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, volumen 11 (1):137-150.