

ARTÍCULO

## Comunidad planctónica en el Golfo de Morrosquillo, Córdoba-Sucre

### Planktonic communities in the Gulf of Morrosquillo, Córdoba-Sucre

Fecha recepción: 2010-07-26 / Fecha aceptación: 2010-11-03

Rossana López Osorio, rossana318@gmail.com

Mary Luz Cañón Páez, MCanon@cioh.org.co

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas,  
Área de Protección al Medio Marino, Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla,  
Sector el Bosque Isla Manzanillo, Cartagena, Bolívar, Colombia



#### RESUMEN

La comunidad planctónica para el Golfo de Morrosquillo estuvo representado por 34 taxones de zooplancton distribuidos en 22 Artrópodos, 1 especie Quetógnata, 3 taxones para Anellidos, 1 taxón Nemertidos, 1 taxón Cnidaria, 1 taxón Mollusca, 5 taxones Chordata y 51 especies de Fitoplancton distribuidas en 29 especies de Diatomeas, 20 Dinoflagelados y 2 Cloroficea. Su composición y estructura de la comunidad está influenciada por los aportes de nutrientes por parte del brazo del Río Sinú, de la Bahía Cispatá y arroyos costeros.

**Palabras claves:** Fitoplancton, zooplancton.

#### ABSTRACT

The plankton community for the Gulf of Morrosquillo was represented by 34 taxa for zooplankton in 22 taxa Arthropod 1 taxon Chaetognaths, 3 taxa for Annelida, 1 taxon Nemertes, 1 taxon Cnidaria, 1 taxon Mollusca, 5 taxa Chordata and 51 species of Phytoplankton in 29 species of diatoms, 20 dinoflagellates and 2 chlorophycean. The composition and structure of the community are influenced by nutrient inputs from the Sinu river, Cispatá bay and coastal streams.

**Key words:** Phytoplankton, zooplankton.

## INTRODUCTION

Most of the work of composition and structure of the planktonic community in the Colombian Caribbean are divided by sectors along the coast of the Magdalena and Bolivar regions. A few studies have been conducted in the less anthropized areas.

In the Gulf of Morrosquillo there are some works which describe the different types of ecosystems, among which the following are worth mentioning: Laverde et al., 1987, Ramírez, 1989 and 1991 on coral reef formations [1]. Laverde et al., 1987, Moreno et al., 1989, Leyton and Delgado, 1992 on mangroves and associated fauna in [1]. Hinestrosa et al., 1989; Flechas and Sarmiento, 1991 on seagrass beds [1]. Laverde et al., 1987; Laverde et al 1990 and Moreno, 1992 on marine benthos [1].

The purpose of this study was that of determining the variation in the composition and structure of the plankton community in the Gulf of Morrosquillo, as well as determining its relationship to physicochemical variables and other Caribbean ports of Colombia, as a contribution to knowledge, and aiming at filling information gaps on the area.

## AREA OF STUDY

The Gulf of Morrosquillo is located in the Colombian Caribbean coast, in an area called Regio I- Zona 4, covering an area of approximately 400 km<sup>2</sup>. It is located between 9° 25' and 9° 43' north latitude and 75° 35' and 75° 50' west longitude. The north boundary of the area is Punta de San Bernardo, which is separated from Boqueron island by a narrow channel, and the southern end is formed by Punta Mestizos and the Bay of Cispata, former mouth of the Sinu river, whose entrance is limited by Punta Terraplén and Punta Resguardo. The approximate width from south to north is 17 km [1].

## MATERIALS AND METHODS

In order to determine the composition and abundance of the plankton community in the Gulf of Morrosquillo, the CIOH – DIMAR, Center for Oceanographic and Hydrographic Research (CIOH – from its original Spanish Language initials Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe), carried out 4 samplings which aimed at covering the 3 climatic seasons (figure 1), in the light period between 8: 00 and 14:00 hours.

The grid of stations established was followed, thus covering the largest possible area.

**Sampling for biological parameters.** For the sampling of biological parameters (phytoplankton and zooplankton) a 1-minute horizontal drag was performed at each station in a circular manner. The number of samples collected was 40 for zooplankton and 40 for phytoplankton. A 25 – micron net was used in the case of the phytoplankton component, whereas a 55 – micron net was used for zooplankton. These nets have a tapered design with a maximum mouth diameter of 25 cm and 80 cm in length. The rear end of the net has an adapted blind collection system.

The samples were fixed with formalin 4% neutralized with borax, for laboratory analysis. Subsequently, a 50 ml volume was concentrated, of which 25 ml were taken randomly [2].

A 5 ml Bogorov plate counting chamber was used for the observation and description of taxa in each sample. Individuals were identified by means of a 10x to 40x Nikon stereoscopic microscope, and an Olympus - brand compound optical microscope for the determination of abundance in the planktonic community [3].

**Identification and quantification method.** An Olympus – brand microscope and an Olympus – brand digital camera were used for the identification of the bodies used. Taxonomic keys such as: [2], [4] [5] [6] [7] [8] [9], [10], [11], [12], [13], [14] were used.

**Data Analysis.** The alpha Shannon and Simpson indexes were selected.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Description of the plankton community in the Gulf of Morrosquillo

The total of individuals per phylum and the percentage that represents each one can be seen in the table; taking out the introduction sentence.

The Arthropods phylum was the most representative one. Arthropods are a settler group with adaptive mechanisms which enable them to settle in environments with changing conditions [15].

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los trabajos de composición y estructura de la comunidad planctónica en el Caribe colombiano se encuentran sectorizados a las costas de los departamentos del Magdalena y Bolívar. Se han realizado pocos estudios en áreas menos antropizadas.

En el Golfo de Morrosquillo existen algunos trabajos donde se describen los diferentes tipos de ecosistemas y entre los cuales se menciona Laverde *et al.*, 1987; Ramírez, 1989 y 1991 sobre formaciones de arrecifes corales, [1]. Laverde *et al.*, 1987; Moreno *et al.*, 1989; Leyton y Delgado, 1992 sobre los manglares y la fauna asociada en [1]. Hinestrosa *et al.*, 1989; Flechas y Sarmiento, 1991 sobre las praderas de fanerógamas marinas [1]. Laverde *et al.*, 1987; Laverde *et al.* 1990 y Moreno, 1992 sobre bentos marinos [1].

La finalidad de este estudio fue determinar la variación en la composición y la estructura de la comunidad planctónica en el Golfo de Morrosquillo, su relación con las variables fisicoquímicas y con otros puertos del Caribe colombiano. Como aporte en el conocimiento, tratando de llenar vacíos de información sobre dicha área.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de Morrosquillo está localizado en la zona costera del Caribe colombiano, en el área denominada Regio I- zona 4, cubriendo una extensión aproximada de 400 Km<sup>2</sup>. Está situado entre los 9° 25' y 9° 43' de latitud norte; y los 75° 35' y 75° 50' de longitud oeste. Al norte limita con la Punta de San Bernardo, la cual se encuentra separada de la Isla Boquerón por un estrecho canal y el extremo sur está formado por Punta Mestizo y la Bahía de Cispatá, antigua desembocadura del río Sinú, cuya entrada está delimitada por las Puntas Terraplén y Resguardo. La anchura aproximada de Sur a Norte es de 17 km [1].

## MATERIALES Y MÉTODOS

El Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH-DIMAR) con el fin de determinar la composición y abundancia de la comunidad planctónica en el Golfo de Morrosquillo realizó cuatro muestreos tratando de abarcar las tres épocas climáticas (figura 1). En el periodo de luz comprendido entre las 8:00 y las 14:00 horas, se siguió la grilla de estaciones establecidas abarcando la mayor área posible.

**Toma de parámetros biológicos.** Para la toma de muestras de parámetros biológicos (fitoplancton y zooplancton) se realizó un arrastre horizontal durante un minuto en cada estación de forma circular. El número de muestras recolectadas fue de 40 para zooplancton y 40 para fitoplancton. En el caso del componente fitoplanctónico se utilizó una red de 25 µm y para zooplancton de 55 µm. Estas redes tienen un diseño cónico con un diámetro máximo de boca de 25cm y longitud de 80 cm, en el extremo posterior de la red lleva adaptado un sistema colector ciego.

Las muestras fueron fijadas con formalina al 4% neutralizada con bórax, para su análisis en el laboratorio. Posteriormente se concentraron a un volumen de 50 ml, de los cuales se tomaron 25 ml aleatoriamente [2].

Para la observación y descripción de las taxones en cada muestra, se utilizó una cámara de recuento placa bogorov de 5 ml; los individuos fueron identificados bajo lupa estereoscopio, marca Nikon de 10 a 40 aumentos, y un microscopio óptico compuesto, marca Olympus para la determinación de abundancia de la comunidad planctónica [3].

## Método de identificación y cuantificación.

Para la identificación de los organismos se utilizó un microscopio óptico, marca Olympus y cámara digital, marca Olympus. La utilización de claves taxonómicas como: [2], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14].

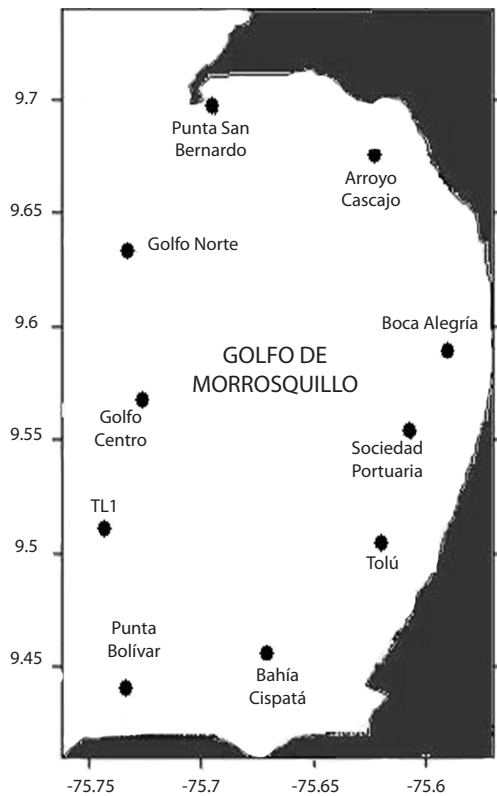
**Análisis de Datos.** Se seleccionaron los índices alfa Shannon y Simpson.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción de la comunidad planctónica en el Golfo de Morrosquillo

El total de individuos por filo y el porcentaje que representa cada uno se puede observar en la tabla; quitando entonces la frase de introducción.

El filo más representativo fue los artrópodos, grupo colonizador que tiene mecanismos de adaptación que le permite establecerse en ambientes con condiciones cambiantes [15].



**Figure 1.** Map of the location and distribution of the Gulf of Morrosquillo – TOLU station grid: TOLU: Tolú; FSP: Frente Sociedad Portuaria; GN: Golfo Norte; PSB: Punta San Bernardo; DAC: Desembocadura Arroyo Cascabel; DAA: Desembocadura Arroyo Alegría; PB: Punta Bolívar; BC: Bahía Cispatá; TL1: TL1; GC: Golfo Centro.

**Table 1.** Distribution of taxa abundance and number of species found in a 50 ml sample.

Taxa	Abundance	Number of taxa	%
Copéodos	26709	12	76,3
Decápodos	1596	6	4,6
Amphipoda	1	1	0,0
Ostrácodos	35	1	≤ 1
Cladóceros	2090	2	6,0
Quetognatos	1153	1	3,3
Anélidos	242	3	0,7
Cnidaria	20	1	0,1
Nemertina	39	1	0,1
Mollusca	399	1	1,1
Urocordata	2710	5	7,7
Total	34994	34	

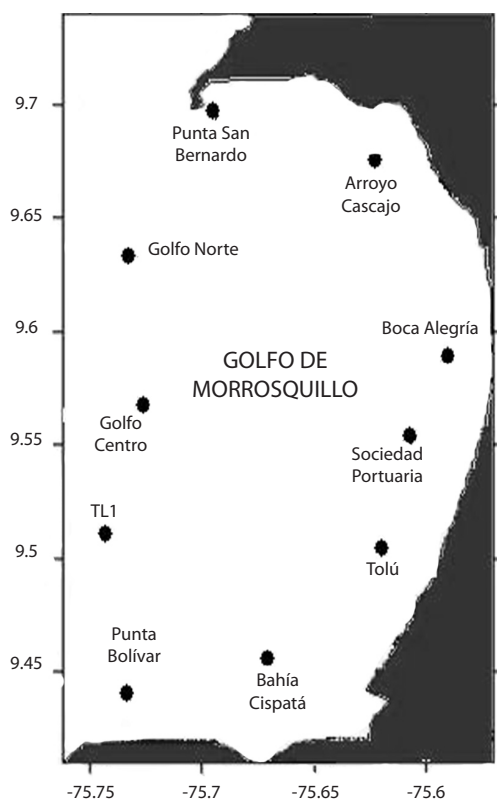
Among the Arthropods phylum, Copepods was the most representative group, with 26709 ind (table 2). Marine Copepods exist in large numbers and are usually the most abundant and conspicuous component in a sample of plankton, as most of the planktonic species feed on phytoplankton and are the main link between phytoplankton and higher trophic levels. Besides consuming organic detritus and even the oil spilled by ships according to [2], copepods are thus an important factor in general cleaning and contamination of its kind in particular. A large part of the diet of many marine animals is composed of copepods [15]. The two most abundant taxa were copepods *Acartia* sp, with 6944 Ind, and copepod nauplii (5648 ind). The *Acartia* genus is cosmopolitan, easily adaptable to changes in the environment [2]. The lowest abundance was recorded for the *Microsetella* sp harpacticoid, with 14 ind (table 2).

**Table 2.** Distribution of abundance per species of the copepods group in a 50 ml sample.

Copéodos	Abundance
<i>Acartia</i> sp	6944
<i>Centropages</i> sp	260
<i>Corycaeus</i> sp	3208
<i>Corycaeus tipicus</i>	210
<i>Euterpina acutifrons</i>	1061
<i>Eucalanus</i> sp	838
<i>Oithona</i> sp	2914
<i>Temora</i> sp	2441
<i>Paracalanus</i> sp	2723
<i>Pseudocalanus</i> sp	448
<i>Microsetella</i> sp	14
Nauplio de Copépodo	5648

Although only a few decapod larvae were found (specifically the group of Porcelain Crabs and Brachyura) the larvae recorded show that the gulf is a suitable site for reproduction and breeding. Entrance of fresh water is thought to facilitate reproduction, taking into account the fact that these species live in marine, brackish and sometimes fresh water environments, often in shallow waters, and they abundantly present in creeks, mangrove areas, marshes and estuaries [1]. For the year 2008, [16] reports the presence of 2 species in adult phase of the Porcellanidae family, 1 for the Xanthoidae family, 1 for the Genoplacidae family, 1 for the Mithracidae family, 1 for the Columbidae family, and 1 for the Muricidae family.

The most abundant stations were PB, with 5918 individuals, followed by TOLU, with 4772, and BC with 4540.



**Figura 1.** Mapa ubicación y distribución de la grilla de estaciones Golfo de Morrosquillo. TOLU: Tolu; FSP: Frente Sociedad Portuaria; GN: Golfo Norte; PSB: Punta San Bernardo; DAC: Desembocadura Arroyo Cascabel; DAA: Desembocadura Arroyo Alegría; PB: Punta Bolívar; BC: Bahía Cispatá; TL1: TL1; GC: Golfo Centro.

**Tabla 1.** Distribución de la abundancia por grupos taxonómicos y número de especies hallados en 50 ml de muestra.

Taxones	Abundancia	Número de taxones	%
Copépodos	26709	12	76,3
Decápodos	1596	6	4,6
Amphipoda	1	1	0,0
Ostrácodos	35	1	≤ 1
Cladóceros	2090	2	6,0
Quetognatos	1153	1	3,3
Anélidos	242	3	0,7
Cnidaria	20	1	0,1
Nemertina	39	1	0,1
Mollusca	399	1	1,1
Urocordata	2710	5	7,7
Total	34994	34	

Entre el filo artrópodos el grupo representativo fue copépodos con 26709 ind tabla 2. Los copépodos ma-

rinós existen en números enormes y son, por lo general, el componente más abundante y conspicuo en una muestra de plancton. Dado que la mayoría de las especies planctónicas se alimentan de fitoplancton y son el principal nexo de unión entre el fitoplancton y los niveles tróficos superiores, además de consumir detritos orgánicos y hasta el petróleo derramado por las embarcaciones, según [2] los copépodos constituyen así un importante factor de limpieza, en general, y de las contaminaciones de este tipo en particular. Una gran parte de la dieta de muchos animales marinos está compuesta de copépodos [15]. Las dos taxas de copépodos más abundantes fueron *Acartia sp* con 6944 Ind y Nauplio de copépodo con 5648 ind. El género *Acartia* es cosmopolita, de adaptación fácil a cambios en el ambiente [2] la de menor abundancia fue el harpacticóideo *Microsetella sp* con 14 ind. tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de la abundancia por especies del grupo de Copépodos en 50 ml de muestra.

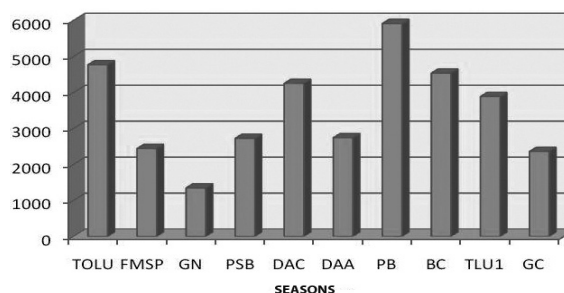
Copépodos	Abundancia
<i>Acartia sp</i>	6944
<i>Centropages sp</i>	260
<i>Corycaeus sp</i>	3208
<i>Corycaeus tipicus</i>	210
<i>Euterpina acutifrons</i>	1061
<i>Eucalanus sp</i>	838
<i>Oithona sp</i>	2914
<i>Temora sp</i>	2441
<i>Paracalanus sp</i>	2723
<i>Pseudocalanus sp</i>	448
<i>Microsetella sp</i>	14
<i>Nauplio de Copépodo</i>	5648

Aunque hubo escasez de larvas de decápodos, exactamente del grupo de los *Porcelanidos* y *Brachyura*, las larvas registradas muestran que el golfo es un sitio adecuado para la reproducción y cría, probablemente la entrada de agua dulce facilita su reproducción sabiendo que son especies que viven en aguas marinas, salobres y a veces dulces, generalmente a poca profundidad, abundantes en caños, zonas de manglares, ciénagas y estuarios [1] Para el 2008 [16] registra en fase adulta 2 especies de la familia *Porcellanidae*, 1 para *Xanthoidae*, 1 para *Genoplacidae*, 1 para *Mithracidae*, 1 *Columbellidae*, 1 *Muricidae*.

Las estaciones más abundantes fueron PB con 5918 individuos seguida de TOLU con 4772 y BC con 4540, estaciones que están influenciadas por los aportes del brazo del río Sinú (figura 1). De acuerdo con la variación

The aforementioned stations are influenced by the contributions of the Sinu River branch (figure 1). According to the temporal variation of river flow, the species abundance response increases or decreases. The highest flow rates (between 300 and 600 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>) occur between May and November, while December and April are transitional months, and January - March is a period of low waters (between 100 and 200 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>) [17] (figure 2).

**Number of individuals / ml vs. Stations**

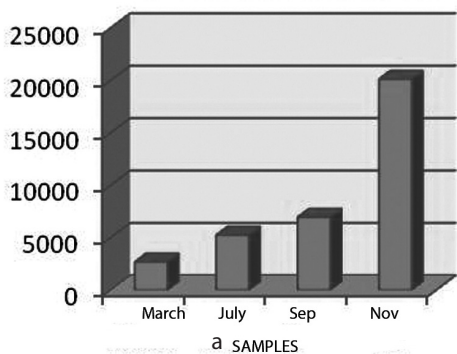


**Figure 2.** Absolute abundance of individuals per station.

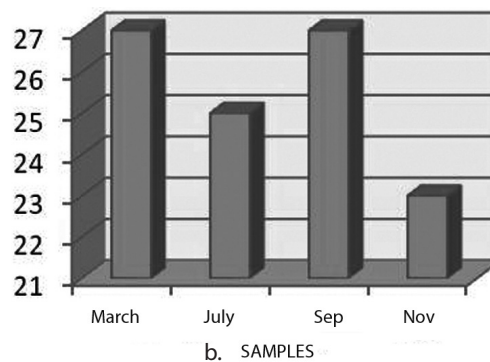
The Zooplankton community composition varies over time. Richness is higher in the months of March and September (27 taxa) when the winds were stron-

ger and there were no rains. Richness decreased in the months where rainfall occurred (figure 3).

**Number of individuals / ml vs. Sampling**



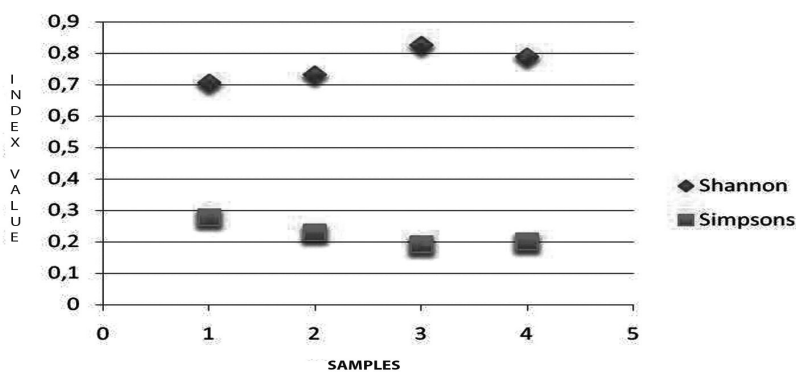
**Sampling vs. Wealth**



**Figure 3.** Abundance of individuals and species richness by sampling. a) Abundance of individuals in 50 ml and b) species wealth.

The months of March and September recorded the highest and the same number of species (27). September, is the most diverse month since the recorded

species had similar abundance of individuals, unlike in March where abundance varied significantly among species [18] (figure 4).



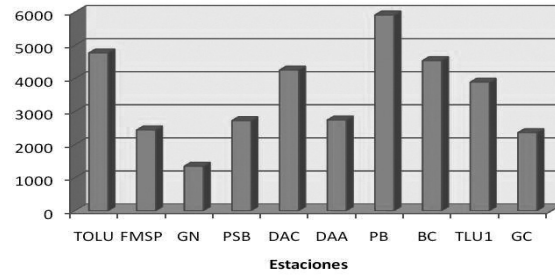
**Figure 4.** Shannon and Simpson diversity indexes per sampling.



temporal del caudal del río así responden las especies aumentando o disminuyendo sus abundancias. Los mayores caudales (entre 300 y 600 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>) se presentan entre mayo y noviembre, mientras que diciembre y abril son meses de transición, y de enero a marzo ocurre un periodo de aguas bajas (entre 100 y 200 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>) [17]. Figura 2.

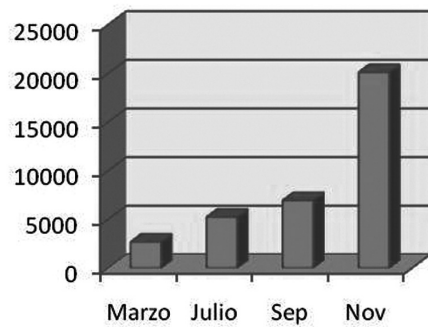
La comunidad zooplanctónica varía su composición a través del tiempo, la riqueza es mayor en los meses de marzo y septiembre (27 taxones) donde los vientos fueron mayores y no se presentaron lluvias y disminuyó la riqueza en los meses donde se presentaron lluvias. Figura 3.

**No de individuos/ml vs Estaciones**



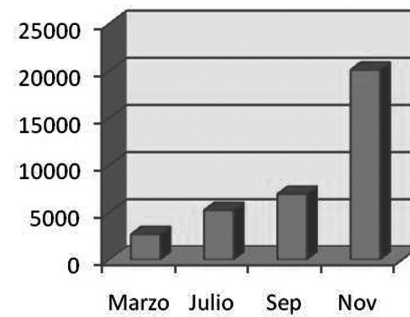
**Figura 2.** Abundancia absoluta de individuos por estaciones.

**No de individuos/ml vs Estaciones**



a. **Muestreos**

**Muestras vs. riqueza**

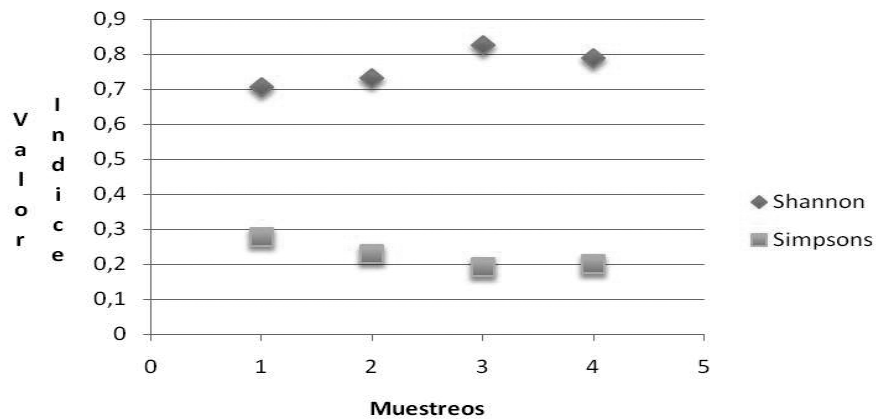


b. **Muestreos**

**Figura 3.** Abundancia de individuos y riqueza de especies por muestreos. a. Abundancia de individuos en 50 ml y b. Riqueza de especies.

Los meses de marzo y septiembre registraron el mayor y el mismo número de especies (27). Septiembre el más diverso porque las especies registradas presenta-

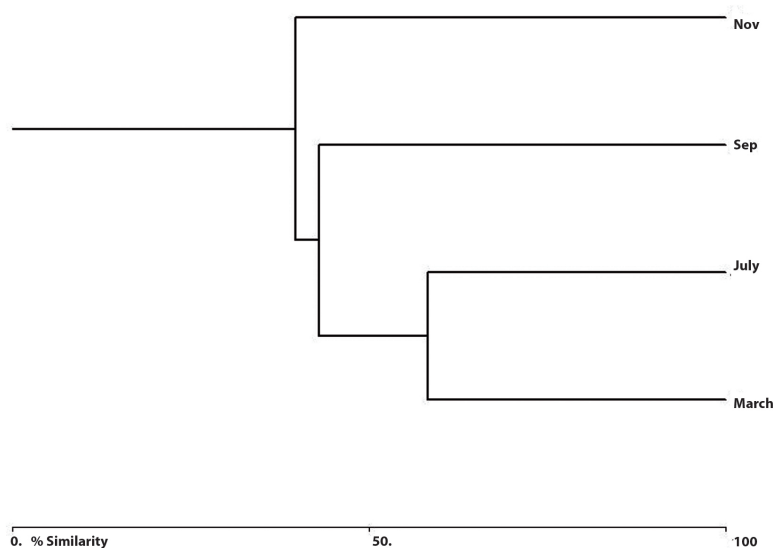
ron una abundancia de individuos similar, a diferencia de marzo donde la abundancia entre especies varió significativamente [18]. Figura 4.



**Figura 4.** Índices de diversidad Shannon y Simpson por muestreo.

From the time - cluster analysis (Bray-Curtis) on the basis of composition and abundance of species, three groups were obtained: the most similar groups were March and July, followed by the third sampling in September and November. The latter was the most dissi-

milar sampling, and it was characterized by abundant rainfall. Some species are favored with the supply of nutrients and decrease in salinity, resulting in an increase in the number of individuals (figure 5).



**Figure 5.** Bray-Curtis similarity cluster of abundances of individuals among samplings.

**Table 3.** Distribution of abundance per taxa and number of species.

	<b>Abundances</b>	<b>Number of species</b>	<b>Percentage</b>
Diatomeas	42491	29	61,00
Dinoflagelados	21685	20	31,10
Clorofíceas	5481	2	7,90
	69657	51	100,0

### Description of the phytoplankton community in the Gulf of Morrosquillo

51 species were recorded (table 3 - appendix 2).

The most representative group was Diatoms, with 42491 cells represented in 29 species. See table 3. The representative taxon was *Chaetoceros*, with 7862 cel. It is a cosmopolitan genus, with easy species easily adaptable to environmental conditions [19]. Dinoflagellates were recorded with 21685 cel. Their populations are distributed depending on temperature, salinity and depth.

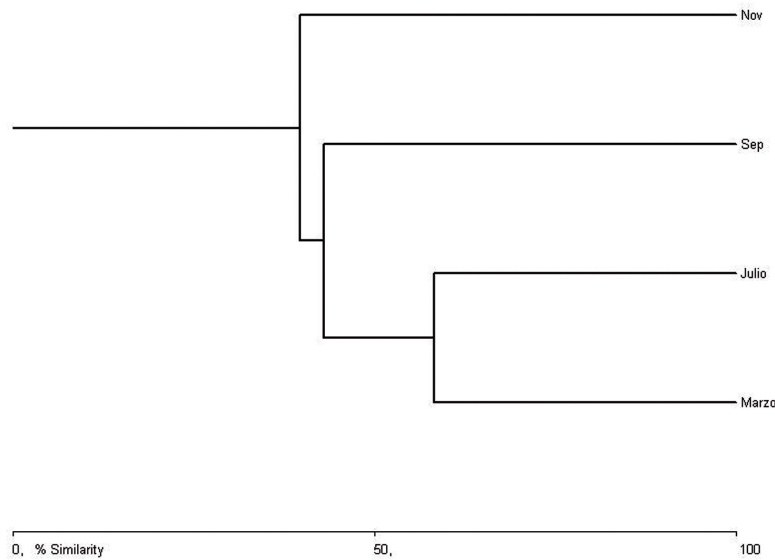
Dinoflagellate blooms occur because they can reproduce rapidly due to abundant food in the water [19].

The most abundant stations were PB, with 11925 cel.; GC, with 11675 cel.; and BC, with 10194 cel. During the rainy season an area south of the Gulf is found to have great influence of fresh water, which reaches station TL1. The surface content of silicates, nitrites, nitrates and orthophosphates increases in this zone. Its main influence is the water coming from the plume of the Sinu River, from the Bay of Cispatá and coastal streams [20] (figure 6).



Del análisis de agrupamiento (Bray-Curtis) temporal sobre la base de la composición y abundancia de las especies se obtuvieron tres grupos, los más similares fueron marzo y julio, seguido del tercer muestreo en septiembre y por último noviembre, el muestreo más

disímil caracterizado por abundantes lluvias, algunas especies se ven favorecidas con el aporte de nutrientes y con la disminución de la salinidad resultando en el aumento de su número de individuos, figura 5.



**Figura 5** Clúster de similitud Bray-Curtis por abundancias de individuos entre muestreos.

**Tabla 3.** Distribución de la abundancia por grupos taxonómicos y número de especies.

	<b>Abundancias</b>	<b>Número de Especies</b>	<b>Porcentaje</b>
Diatomeas	42491	29	61,00
Dinoflagelados	21685	20	31,10
Clorofíceas	5481	2	7,90
	69657	51	100,00

### Descripción de la comunidad fitoplanctónica en el Golfo de Morrosquillo

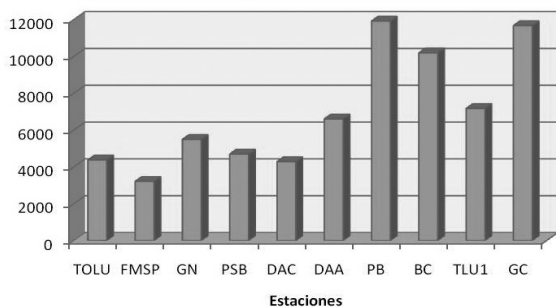
Se registraron 51 especies tabla 3 y anexo 2.

El grupo más representativo fue Diatomeas con 42491 células representadas en 29 especies. Ver tabla 3. El taxón representativo fue Chaetoceros con 7862 cel. Es un género con especies cosmopolitas de fácil adaptabilidad a las condiciones del medio [19]. Los dinoflagelados se registraron con 21685 cel. Sus poblaciones se distribuyen en función de la temperatura, salinidad y profundidad. Producen floraciones porque los dinofla-

gelados pueden reproducirse rápidamente a causa de los alimentos abundantes en el agua [19].

Las estaciones más abundantes fueron PB con 11925 cel, GC con 11675 cel, y BC con 10194 cel. Durante el periodo de lluvia se aprecia una zona al sur del Golfo con gran influencia de las aguas dulces, la cual alcanza la estación TL1, en esta zona se incrementan los contenidos superficiales de silicatos, nitritos, nitratos y ortofosfatos. Su principal influencia, son las aguas provenientes de la pluma del río Sinú, de la Bahía de Cispatá y arroyos costeros [20], figura 6.

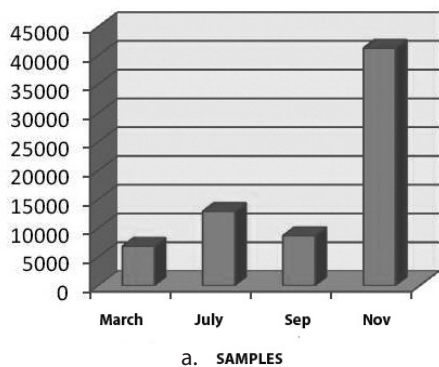
**Number of individuals / ml vs. Stations**



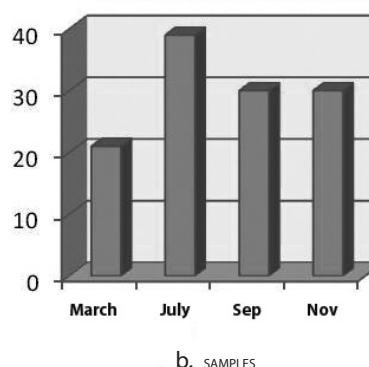
**Figure 6.** Absolute abundance of individuals per station.

The phytoplankton community increased its richness of cells and species in the month of July (highest wealth). This time period coincides with the transition season. The community also increased in the month of November (greatest abundance of individuals); this period is considered the rainy season due to its increase in precipitation. This increase of cells is generated by the addition of nutrients brought in by runoff from areas around the Bay and inland waters of the Sinu River branch, as well as the Alegria Creek (figure 7).

**No. individuals / ml vs Sampling**



**Sampling vs. Wealth**

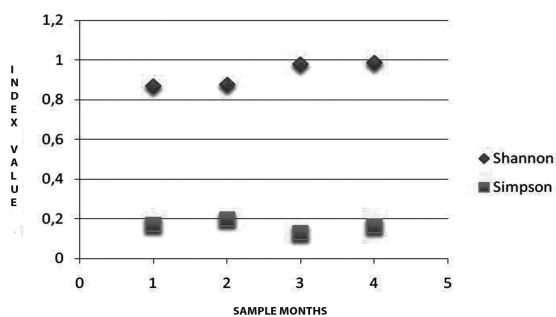


**Figure 7.** Abundance of individuals and species richness per sampling 50 ml a. Abundance b. absolute wealth.

The samplings of September and November were most diverse, as they presented a shorter distance between the number of individuals per species. This factor generates a stable behavior and in the community (figure 8).

The Bray - Curtis similarity analysis by composition and abundance of the phytoplankton community yielded two groups; one of which takes place in the months of March, July and September, where the community responded similarly to climatic changes. A second group was identified for the month of November. November is probably most dissimilar, due to increase in productivity by diatoms. Two predominant species were *Coscinodiscus sp* and *Chaetoceros sp*, and they were favored by the arrival of nutrients (figure 9).

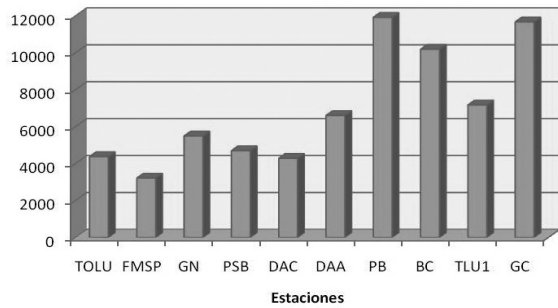
**(Index Value vs. sample number)**



**Figure 8.** Shannon and Simpson diversity indexes per sampling.

Salinity is an environmental condition which influences distribution, abundance and development of organisms. Different species of the same genus tolerate salt concentration differently. Extreme values may be more important than the mean values [21]. The temperature and salinity values obtained showed a yearly variation influenced by seasonal changes. pH did not change its value in any season; its value remained stable (figure 10). An analysis of variance was conducted, in which

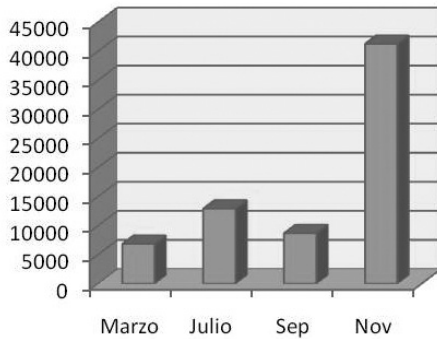
**No de Individuos/ml vs estaciones**



**Figura 6.** Abundancia absoluta de individuos por estaciones.

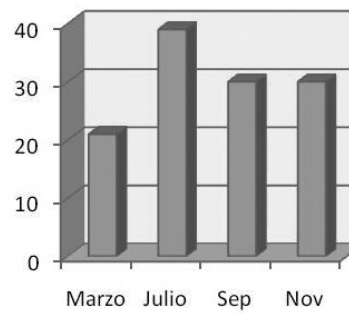
La comunidad fitoplanctonica aumentó su número de células y la riqueza de especies en el mes de julio (mayor riqueza), periodo que coincide con época de transición y en el mes de noviembre (mayor abundancia de individuos) considerado periodo de lluvia por el aumento en las precipitaciones. Dicho aumento de células se generó por los aportes de nutrientes traídos por escorrentía de las zonas aledañas a la bahía y por aguas continentales del brazo del río Sinú y del arroyo Alegría, figura 7.

**No de Individuos/ml vs muestreos**



a. Muestreos

**Riqueza vs muestreos**



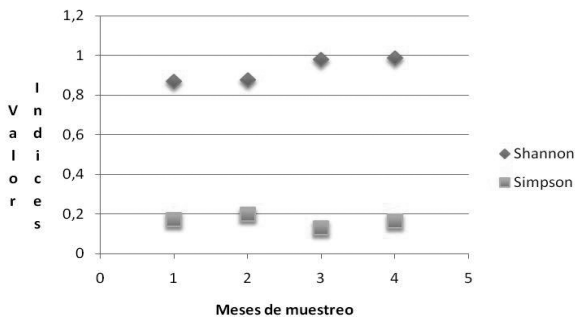
b. Muestreos

**Figura 7.** Abundancia de individuos y riqueza de especies por muestreo en 50 ml a. Abundancia b. Riqueza absoluta.

Los muestreos de septiembre y noviembre fueron los más diversos por presentar menor distancia entre el número de individuos por especies factor que genera un comportamiento estable en la comunidad, figura 8.

julio y septiembre donde la comunidad respondió de manera parecida a los cambios climáticos y un segundo por el mes de noviembre. Probablemente noviembre es el más disímil en razón al aumento en la productividad por parte de las diatomeas, dos especies fueron predominantes *Coscinodiscus sp* y *Chaetoceros sp* viéndose favorecidas por la llegada de nutrientes (figura 9).

**(Valor del índice vs número de muestreo)**

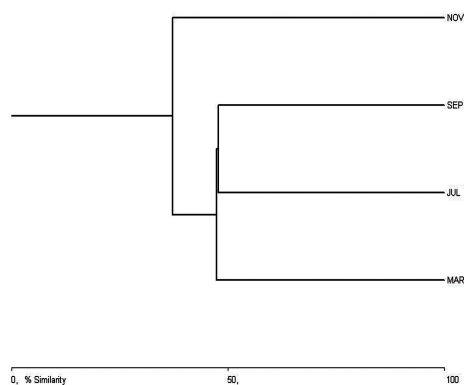


**Figura 8.** Índices de diversidad Shannon y Simpson por muestreo.

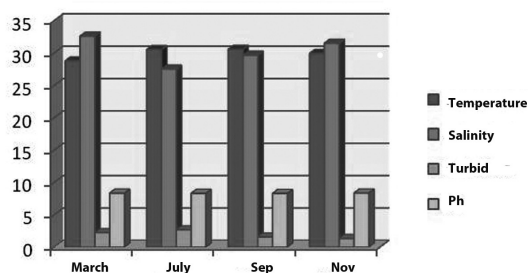
El análisis de similaridad por composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica. Bray-Curtis arrojó dos grupos: uno comprendido por los meses de marzo,

La salinidad es una condición ambiental que influye en la distribución, la abundancia y el desarrollo de los organismos. Distintas especies del mismo género toleran de forma diferente la concentración de sal. Los valores extremos pueden ser más importantes que los medios [21]. Los valores de temperatura y salinidad obtenidos mostraron una variación anual condicionada por los cambios estacionales. El pH no presentó variación por época su valor se mantuvo estable (figura 10). Se realizó un análisis de varianza donde no se obtuvo diferencias significativas entre los datos obtenidos. Posteriormente se realizó el Test Students con el 95% de confiabilidad donde presentaron diferencias significativas entre los muestreos ( $p 0.0411$ ), ( $t 1.6579$ ).

there were significant differences among the data obtained. The Students Test was subsequently conducted, with 95% confidence; there were significant differences among the samplings ( $p$  0.0411) ( $t$  1.6579).

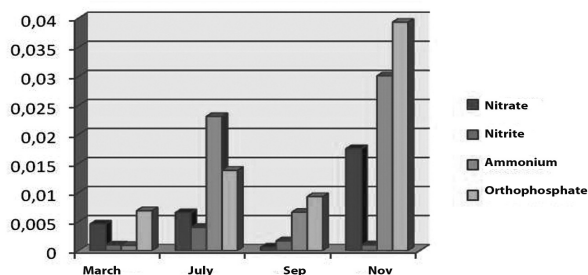


**Figure 9.** Similarity cluster per Bray-Curtis abundances among samplings.



**Figure 10.** Time variation of physicochemical variables.

In relation to seasonal variations of nutrients, it was observed that nutrients are affected by the arrival of rains, thereby increasing their concentration. For this reason, the Gulf area which is influenced by discharges from inland waters has the highest values for nutrients; therefore, the plankton community responds positively by using such nutrients in their biochemical activities and by increasing their densities (figure 11).



**Figure 11.** Abundance of taxonomic groups of the phytoplankton community.

## Plankton community of the Colombian Caribbean

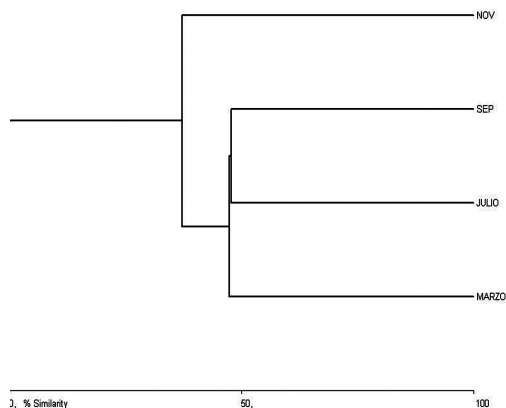
The Caribbean Sea in the open ocean has stable and low - fertility systems, such as upstream, pulsating and highly productive fertile areas in the coast [22]. These fertile areas regularly receive nutrient inputs, either as a result of continental water discharges or upwelling.

Of the nine taxa of the zooplankton community registered by CIOH for the Colombian Caribbean, six are distributed in 3 areas that have been studied by the Center. The first area is the Bay of Cartagena; its environmental characteristics give it the name “estuary” [23], [24]. This area also presents the conditions for the adaptation of species and has the highest abundance and diversity. The second area is the Gulf of Morrosquillo, which has similar behavior to that of the Bay of Cartagena but with lower continental water supply. Finally, the Bahía Portete area is a marine system with minimum contribution of inland water coming from runoff and some streams that reach the Bay (table 4).

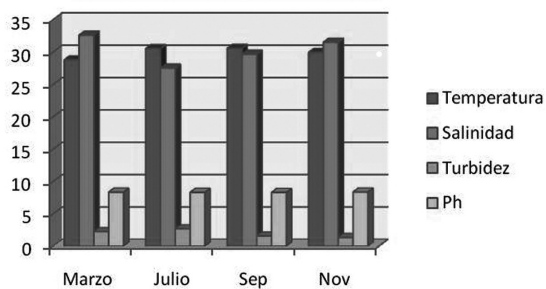
**Table 4.** Abundance of taxonomic groups of zooplankton community in the Colombian Caribbean ports.

Group	Cartagena Bay	Portete Bay	Gulf of Morrosquillo
Artrópodos	1264147	20755	30431
Chaetognata	747	591	1153
Anellida	2554	135	242
Cnidaria	37	5	20
Ciliophora	188249	0	0
Mollusca	46459	4485	399
Echinodermata	1	0	0
Chordata	2.562	563	2710
Nemertina	0	2526	39
Total	1504756	29060	34994

Unlike the zooplankton community, the abundance of phytoplankton cells showed higher dinoflagellates and diatoms in Bay of Portete, due to the contribution of nutrients by upwelling processes [25], followed by the Gulf of Morrosquillo and lastly the Bay of Cartagena (figure 12).

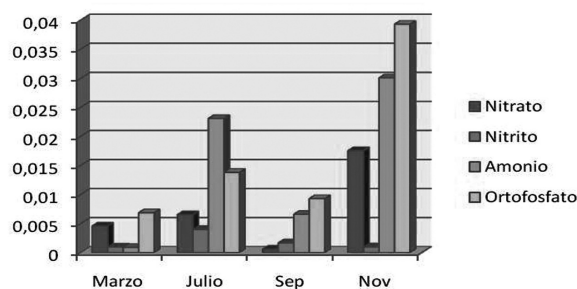


**Figura 9.** Clúster de similitud por abundancias Bray-Curtis entre muestreos.



**Figura 10.** Variación temporal de las variables fisicoquímicas.

En relación con las variaciones estacionales de los nutrientes se pudo observar que están influenciados por la llegada de las lluvias aumentando sus concentraciones. Por tal motivo el área del golfo que está influenciada por las descargas de aguas continentales presenta los mayores valores de nutrientes y por la tanto la comunidad planctónica responde de manera positiva utilizándolos en sus actividades bioquímicas y aumentando sus densidades (figura 11).



**Figura 11.** Abundancia de grupos taxonómicos de la comunidad fitoplanctónica.

### Comunidad planctónica Caribe colombiano

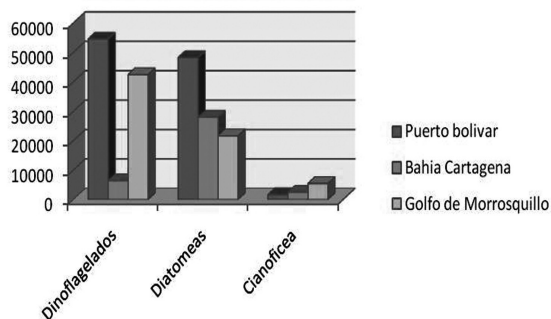
El mar Caribe en el océano abierto, presenta sistemas estables y de baja fertilidad, como sectores fértiles ascendentes, pulsantes y de alta productividad, en las costas [22]. Estas áreas fértiles, reciben periódicamente entradas de nutrientes, ya sea por efecto de descargas de aguas continentales o por afloramiento de aguas subsuperficiales que aumentan la productividad de las aguas [22].

De los nueve grupos taxonómicos de la comunidad zooplanctónica registrados por el CIOH para el Caribe colombiano, seis se encuentran distribuidos en las tres áreas que han sido estudiadas por este Centro. La primera área es la Bahía de Cartagena: sus características ambientales le dan nombre de estuario [23], [24] presentando las condiciones adecuadas para la adaptación de las especies, registra la mayor abundancia y diversidad. La segunda área es el Golfo de Morrosquillo con comportamiento similar a la Bahía de Cartagena siendo menor el aporte de agua continental, y por último, se encuentra el área de Bahía Portete que es un sistema marino con aporte mínimo de agua continental que llega por escorrentía y por unos arroyos que llegan a la bahía (tabla 4).

**Tabla 4.** Abundancia de grupos taxonómicos de la comunidad Zooplanctónica por puertos del Caribe colombiano.

Grupo	Bahía de Cartagena	Bahía Portete	Golfo de Morrosquillo
Artrópodos	1264147	20755	30431
Chaetognata	747	591	1153
Anellida	2554	135	242
Cnidaria	37	5	20
Ciliophora	188249	0	0
Mollusca	46459	4485	399
Echinodermata	1	0	0
Chordata	2562	563	2710
Nemertina	0	2526	39
Total	1504756	29060	34994

A diferencia de la comunidad zooplanctónica, la fitoplanctónica presentó mayor abundancia de células de Dinoflagelados y Diatomeas en Bahía Portete, debido al aporte de nutrientes por procesos de surgencia [25] seguido de Golfo de Morrosquillo y por último Bahía de Cartagena (figura 12).



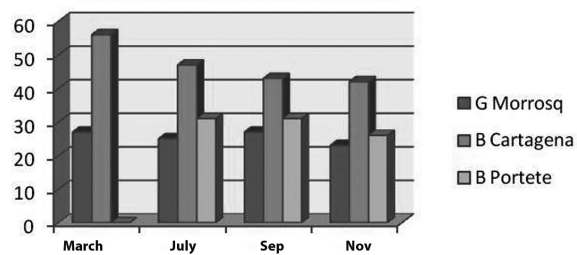
**Figure 12.** Abundance of taxonomic groups of the phytoplankton community.

The Cartagena Bay, which is influenced by large continental water discharges, has the greatest richness of plankton (see figure 13 and 14). The plankton community is formed in the same manner in the 3 ports, although abundance and structure vary (table 5). The species respond to the season as well as the conditions of each area.

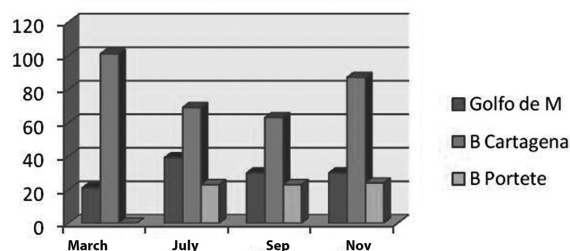
**Table 5.** Comparison of study areas of the Colombian Caribbean and sampling months.

	March	July	Sep.	Nov.
<b>Cartagena Bay</b>	<i>Acartia sp</i>	<i>Acartia sp</i> , <i>Paracalanus sp</i> <i>Coscinodiscus wailesii</i> ,	<i>Nauplio de copépodo</i> , <i>Oithona sp</i> , <i>Coscinodiscus sp6 C wailesii</i>	<i>Acartia sp</i> , <i>Nauplio de copépodo</i> <i>Coscinodiscus wailesii</i>
<b>Gulf of Morrosquillo</b>	<i>Nauplio de copépodo</i> , <i>Corycaeus sp</i> <i>Coscinodiscus sp6</i>	<i>Nauplio de copépodo</i> <i>Oikopleura sp</i> <i>Ceratium sp</i> ,	<i>Corycaeus sp</i> , <i>Acartia sp</i> <i>Coscinodiscus sp</i>	<i>Acartia sp</i> , <i>Chaetoceros sp</i> <i>Oscillatoria sp</i> <i>Nauplio de copépodo</i>
<b>Portete Bay</b>		<i>Acartia sp</i> . <i>Penilia avirostris</i> <i>Protoperdinium sp</i>	<i>Pseudoevadne sp</i> , <i>Temora sp</i> <i>Ceratium hircus</i>	<i>Mytilidae</i> , <i>Pseudocalanus sp</i> <i>Protoperdinium sp</i>

It was observed that ports in the Colombian Caribbean vary in composition over the season, but the groups remain constant. Persistent species are cosmopolitan and easily adaptable [2]; therefore, they are not characterized an ecosystem, but may indicate some degree of anthropization.



**Figure 13.** Sampling of zooplankton richness in the three areas of study.



**Figure 14.** Sampling of phytoplankton richness in the three study areas.

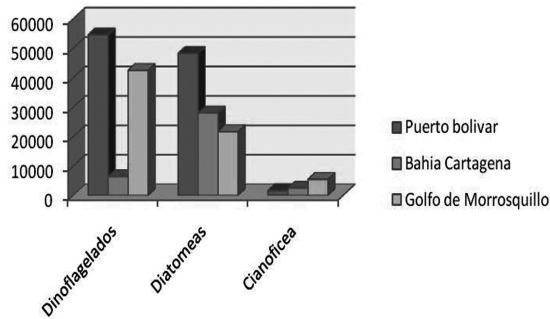
## CONCLUSIONS

The plankton community for the Gulf of Morrosquillo was represented by 34 taxa of invertebrates, distributed in 22 taxa for Arthropods (12 species of copepods, 6 species of Decapoda, 1 species of Amphipoda, 1 species for Ostracoda and 2 species for Cladocera). 1 species for Chaetognaths, 3 taxa for Annelida, 1 taxon for Nematodes, 1 taxon for Cnidaria, 1 taxon for Mollusca, 5 taxa for Chordata and 51 species of Phytoplankton distributed in 29 species of diatoms, 20 dinoflagellates and 2 species of chlorophycean.

Although only a few decapod larvae were found (specifically the group of Porcelain Crabs and Brachyura) the larvae recorded show that the gulf is a suitable site for reproduction and breeding.

The Zooplankton community composition varies over time. Richness is higher in the months of March and September when the winds were stronger and there were no rains. September is the most diverse month, because the species have a similar absolute abundan-





**Figura 12.** Abundancia de grupos taxonómicos de la comunidad fitoplanctónica.

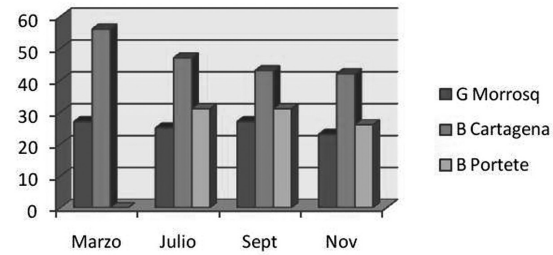
La Bahía Cartagena, influenciada por grandes descargas de agua continental, tiene la mayor riqueza de plancton (ver figuras 13 y 14). La comunidad planctónica está compuesta de la misma manera para los tres puertos, varía la abundancia y la estructura (tabla 5). Las especies responden a la época climática y a las condiciones de cada área.

**Tabla 5.** Comparación áreas de estudio del Caribe colombiano y meses de muestreo.

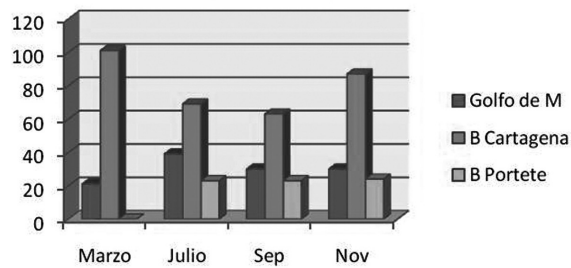
	Marzo	Julio	Septbre.	Novbre.
<b>Bahía Cartagena</b>	<i>Acartia sp</i>	<i>Acartia sp</i> , <i>Paracalanus sp</i> <i>Coscinodiscus walesii</i> ,	<i>Nauplio de copépodo</i> , <i>Oithona sp</i> , <i>Coscinodiscus sp6</i> <i>C walesii</i>	<i>Acartia sp</i> , <i>Nauplio de copépodo</i> <i>Coscinodiscus walesii</i>
<b>Golfo de Morrosquillo</b>	<i>Nauplio de copépodo</i> , <i>Corycaeus sp</i> <i>Coscinodiscus sp6</i>	<i>Nauplio de copépodo</i> <i>Oikopleura sp</i> , <i>Ceratium sp</i> ,	<i>Corycaeus sp</i> , <i>Acartia sp</i> <i>Coscinodiscus sp</i>	<i>Acartia sp</i> , <i>Chaetoceros sp</i> <i>Oscillatoria sp</i> <i>Nauplio de copépodo</i>
<b>Bahía Portete</b>		<i>Acartia sp</i> . <i>Penilia avirostris</i> <i>Protoperdinium sp</i>	<i>Pseudoevadne sp</i> , <i>Temora sp</i> <i>Ceratium hircus</i>	<i>Mytilidae</i> , <i>Pseudocalanus sp</i> <i>Protoperdinium sp</i>

Como se pudo observar los puertos del Caribe colombiano varían su composición respecto a la época climática pero los grupos se mantienen constantes, las espe-

cies persistentes son cosmopolitas, de fácil adaptación [2] y por lo tanto no caracterizan un ecosistema, pero si pueden indicar algún grado de antropización.



**Figura 13.** Muestreo riqueza zooplancton en las tres áreas de estudio.



**Figura 14.** Muestreo riqueza fitoplancton en las tres áreas de estudio.

## CONCLUSIONES

La comunidad planctónica para el Golfo de Morrosquillo estuvo representada por 34 especies de invertebrados distribuidos en: 22 para Artrópodos (12 especies de Copépodos, 6 Decápodos, 1 Amphipoda, 1 Ostracodo y 2 Cladóceros); 1 especie Quetognata, 3 para Anelidos, 1 Nemertidos, 1 Cnidaria, 1 Mollusca y 5 Chordata y 51 especies de fitoplancton distribuidas en: 29 especies de Diatomeas, 20 Dinoflagelados y 2 Cloroficea.

Aunque las larvas de decápodos fueron poco abundantes, exactamente del grupo de los Porcelanidos y Brachyura, su presencia muestra que el golfo es un sitio adecuado para la reproducción y cría.

La comunidad zooplanctónica varía su composición a través del tiempo, la riqueza es mayor en los meses de marzo y septiembre donde los vientos fueron mayores y no se presentaron lluvias. Septiembre el más diverso debido a que las especies presentes tienen una abu-

ce, unlike March, whose abundance varied significantly among species.

The most abundant stations were the ones influenced by the contributions of the Sinu River branch. According to the temporal variation of river flow, the species abundance response increases or decreases.

Temperature and salinity showed an annual variation influenced by seasonal changes. As for temperature, the Gulf is homogeneous as variation among seasons of the year is minimal. pH did have any variation by season; its value remained stable.

Nutrients are affected by the arrival of rains, thereby increasing their concentration. For this reason, the Gulf area which is influenced by discharges from inland waters has the highest values for nutrients; therefore, the plankton community responds positively by using such nutrients in their biochemical activities and by increasing their densities.

Of the nine taxa of the zooplankton community recorded in the Colombian Caribbean, six taxa are distributed in the 3 areas of study. The zooplankton community is formed in the same manner in the 3 ports, although abundance and structure vary. The species respond to the season as well as the conditions of each area.

## BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- [1] Jose H. Sandoval Contribution to the knowledge of coastal fisheries in the Gulf of Morrosquillo - Colombian Caribbean (Contribución al conocimiento de la pesca costera en el Golfo de Morrosquillo Mar Caribe colombiano). Environment and Development in the Colombian Caribbean. Essays and Monographs, and Thaddeus Javeriana University, May 2000.
- [2] Boltovskoy, D. (Ed.). Atlas of South-West Atlantic zooplankton and working methods in marine zooplankton (Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino). INIDEP. Argentina. 1981. 936 p.
- [3] Lopez R, Orozco F (2007) Space –time variation of the zooplankton community in the Bay of Cartagena in relation to physicochemical variables (Variación espacio temporal de la comunidad zooplanctónicas en la bahía de Cartagena en relación con las variables fisicoquímicas). Undergraduate thesis Pág. 115.
- [4] Baez, Pedro. Key to the families of decapod crustacean larvae collected off northern Chile during an El Niño event<sup>1</sup>. *Investig. mar.*, vol.25, p.167-176. 1997 ISSN 0717-7178.
- [5] Campos, A and E. Suárez. Pelagic copepods in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea (Copépodos pelágicos del golfo de México y Mar Caribe). *Biology and Systematics*. Research Center Quintana Roo (CIQRO). Mexico, 1994 353 p.
- [6] González A. 1988. Inland water plankton, Venezuela (El plancton de aguas Continentales, Venezuela). Secretary General of the Organization of American States. 130 p.
- [7] J. Guerra and Martin T, 2001. Caprellid fauna (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) of the coast of Coquimbo, north-central Chile, with a key taxonomy for species identification (La fauna de caprélidos (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) de la costa de Coquimbo, centro-norte de Chile, con una clave taxonómica para la identificación de las especies). *Rev. chil. hist. nat.* V.74 n.4.
- [8] R. Jiménez. Phytoplankton diatoms and silicoflagellates the Gulf of Guayaquil. (Diatomeas y Silicoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil )*Pacific Oceanographic Act.* INOCAR, Ecuador 2 edition. 1983.
- [9] Ojeda, A. Centric diatoms of the order Triceratales in the Canary Islands coastal waters. *VIERAEA* 31: 207-217. 2003.
- [10] Rivera, P and Cross, F. *Fragilaria striatula* Lyngbye: A little-known marine diatom to Chile (*Fragilaria Striatula* lyngbye: Una diatomea marina muy poco conocida para Chile). *Gayana Bot.* [Online]. 2002, vol. 59, no. 1, pp.35-41. ISSN 0717-6643.
- [11] Rivera, P; Avaria, S, Cruces, F. The family Hemiaulaceae (Bacillariophyceae) from Chilean waters (La familia Hemiaulaceae (Bacillariophyceae) de las aguas marinas chilenas). *Rev. chil. hist. nat.* [online]. 2003, vol. 76, no. 4, pp.651-664. ISSN 0716-078X.
- [12] Vargas-Montero, Maribelle and Freer, Enrique. Presence of the dinoflagellates *Ceratium dens*, *C. fusus* and *C. furca* (Gonyaulacales: Ceratiaceae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica (Presencia de los dinoflagelados *Ceratium dens*, *C. fusus* y *C. furca* (Gonyaulacales: Ceratiaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica). *Rev. biol. trop.* sep. 2004, Vol.52 supl.1, p.115-120. ISSN 0034-7744.
- [13] Yacubson, S. 1974. Catalog and iconography of the Chlorophyta of Venezuela (Catálogo e iconografía de las Chlorophyta de Venezuela). *Bulletin of the Center for Biological Research* No. 11, 143 p.
- [14] Zhong Z. *et al.* 1989. Marine Planktology. China. Ocean press, Beijing China, 438p.

dancia absoluta parecida, a diferencia de marzo donde la abundancia entre especies varió significativamente.

Las estaciones más abundantes fueron las que están influenciadas por los aportes del brazo del río Sinú. De acuerdo con la variación temporal del caudal del río así mismo responden las especies aumentando o disminuyendo sus abundancias.

La temperatura y salinidad muestran una variación anual condicionada por los cambios estacionales. En cuanto a la temperatura el golfo presenta homogeneidad, ya que la variación entre épocas del año es mínima. El pH no presentó variación por época, su valor se mantuvo estable.

Los nutrientes se hallaron influenciados por la llegada de las lluvias aumentando sus concentraciones. Por tal motivo el área del golfo que está influenciado por las descargas de aguas continentales presentan los mayores valores de nutrientes y por lo tanto la comunidad planctónica responde de manera positiva utilizándolos en sus actividades bioquímicas y aumentando sus densidades.

De los nueve grupos taxonómicos de la comunidad zooplanctónica registrados en el Caribe colombiano, seis se encuentran distribuidos en las tres áreas de estudio. La comunidad zooplanctónica está compuesta de la misma manera para los tres puertos, variando la abundancia y la estructura de la comunidad respondiendo a la época climática y a las condiciones de dicha área.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sandoval José H. Contribución al conocimiento de la pesca costera en el Golfo de Morrosquillo Mar Caribe colombiano. Ambiente y Desarrollo en el Caribe colombiano. Ensayos y Monografías, Universidades Javeriana y Tadeo, Mayo 2000.
- [2] Boltovskoy, D. (ed.). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. Argentina. 1981. 936 p.
- [3] López R, Orozco F (2007) Variación espacio temporal de la comunidad zooplanctónicas en la Bahía de Cartagena en relación con las variables fisicoquímicas. Trabajo de grado. Pag 115.
- [4] Baez, Pedro. Key to the families of decapod crustacean larvae collected off northern Chile during an El Niño event<sup>1</sup>. *Investig. mar.*, vol.25, p.167-176. 1997 ISSN 0717-7178.
- [5] Campos, A y E. Suárez. Copépodos pelágicos del golfo de México y Mar Caribe. *Biología y Sistemática*. Centro de investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México, 1994, 353 Pág.
- [6] González A. 1988. El plancton de aguas Continentales, Venezuela. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 130 p.
- [7] Guerra J. y Martin T, 2001. La fauna de caprélidos (Crustacea: Amphipoda: Caprellidea) de la costa de Coquimbo, centro-norte de Chile, con una clave taxonómica para la identificación de las especies. *Rev. chil. hist. nat.* v.74 n.4.
- [8] Jiménez R. Diatomeas y Silicoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR, Ecuador 2 edición. 1983.
- [9] Ojeda, A Centric diatoms of the order Triceratales in the Canary Islands coastal waters. *VIERAEA* 31: 207-217. 2003.
- [10] Rivera, P y Cruces, F. *Fragilaria striatula lyngbye*: Una diatomea marina muy poco conocida para Chile. *Gayana Bot.* [online]. 2002, vol. 59, no. 1, pp. 35-41. ISSN 0717-6643.
- [11] Rivera, P; Avaria, S y Cruces, F. La familia *Hemiaulaceae* (*Bacillariophyceae*) de las aguas marinas chilenas. *Rev. chil. hist. nat.* [online]. 2003, vol. 76, no. 4, pp. 651-664. ISSN 0716-078X.
- [12] Vargas-Montero, Maribelle y Freer, Enrique. Presencia de los dinoflagelados *Ceratium dens*, *C. fusus* y *C. furca* (Gonyaulacales: Ceratiaceae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. biol. trop.* sep. 2004, vol.52 supl.1, p.115-120. ISSN 0034-7744.
- [13] Yacubson, S. 1974. Catálogo e iconografía de las Chlorophyta de Venezuela, Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas No. 11, 143 p.
- [14] Zhong Z. et al. 1989. Marine Planktology. China. Ocean press, Beijing China, 438p.
- [15] Ruppert y Barnes. Zoología de Invertebrados, Editorial McGraw-Hill, México Sexta edición pág. 1114. 1996.
- [16] Mendoza H, Pineda M y Saez A. Algunos Artrópodos, Equinodermos, Anélidos y Moluscos de los sitios conocidos como Punta Nisperal, Ahumarera y Zarapa en la Bahía de Cispatá, Córdoba. 2008.
- [17] Ruiz M, Bernal G y Polonia J. Influencia del río Sinú y el Mar Caribe en el Sistema Lagunar de Cispatá, Bol Invest. Mar Cost. Vol 37 (1). Pag 29-49. ISSN 0122-9761. Santa Marta 2008.
- [18] Sunesen I, Hernandez D. Sar E. Marine Diatoms From Buenos Aires Coastal Waters (Argentina) V Species Of Genus

- [15] Ruppert and Barnes. *Invertebrate Zoology (Zoología de Invertebrados)*. Editorial McGraw-Hill, Mexico, Sixth Edition pg. 1114. 1996.
- [16] Mendoza H, Pineda M, Saez A. Some arthropods, echinoderms, annelids and molluscs of the sites known as Punta Nisperal, Ahumarera and Zarape in the Bay of Cispata, Cordoba (Algunos Artrópodos, Equinodermos, Anélidos y Molluscos de los sitios conocidos como Punta Nisperal, Ahumarera y Zarapa en la Bahía de Cispata, Cordoba).2008.
- [17] Ruiz M, Bernal G and J. Poland Influence of the River Sinu and the Caribbean Sea in the Cispata lagoon system (Influencia del Rio Sinu y el Mar Caribe en el Sistema Lagunar de Cispata). *Bol Invest.Sea Cost.* Vol 37 (1). P. 29-49. ISSN 0122-9761. Santa Marta 2008.
- [18] Sunesen I, Hernandez D. Sar E. Marine Diatoms From Buenos Aires Coastal Waters (Argentina) V Species Of Genus *Chaetoceros*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, Vol 43 No 002. Universidad de Valparaiso, Viña del Mar, 2008.
- [19] PLA, Laura. Biodiversity: Inference based on the Shannon and richness (Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza). *INCI*, ago. 2006, vol.31, no.8, p.583-590.ISSN 0378-1844.
- [20] Barreto M et al. Environmental Diagnosis of the Gulf of Morrosquillo (Punta Rada - Tolu). An Application of Remote Sensing and GIS as a contribution to the Integrated Coastal Zone Management (Diagnostico Ambiental del Golfo de Morrosquillo (Punta Rada – Tolu). Una Aplicación de Sensores Remotos y SIG como contribución al Manejo Integrado de Zonas Costeras). 1999.
- [21] Robledo B., Oscar and R. Mujica, Armando. Euphausiids of Easter Island (Eufáusidos de Isla de Pascua). *Investig. Tues* [online]. 1999, vol.27 [cited 19/10/2009], pp.65-72 Available at: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-71781999002700007](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71781999002700007)>. ISSN doi: 10.4067/S0717-71781999002700007.
- [22] Bernal, A. and S. Zea.2000. Taxonomic and trophic structure of zooplankton community under a alternating regime between continental discharge and coastal upwelling in Santa Marta, Colombian Caribbean (Estructura taxonómica y trófica de la comunidad de zooplancton bajo un régimen alternante entre descarga continental y afloramiento costero en Santa Marta, Caribe colombiano). *Invest Bull. Mar. Cost.*, 29: 3-26.
- [23] Center for Oceanographic and Hydrographic Research (CIOH), 2004 Final Report Phase III, presence of pathogens and exogenous organisms in ballast water of ships in international traffic in the Bay of Cartagena (Informe final Etapa III, Presencia de Organismos patógenos y exógenos en el agua de lastre de Buques de tráfico internacional en la Bahía de Cartagena).
- [24] Center for Oceanographic and Hydrographic Research (CIOH), 2006 Final Report, Presence and exogenous pathogens in ballast water of ships in international traffic in the Bay of Cartagena (Informe final, Presencia de Organismos patógenos y exógenos en el agua de lastre de Buques de tráfico internacional en la Bahía de Cartagena).
- [25] Criales-Hernández M. Camilo B Garcia, Matthias Wolff. Flows of biomass and structure of a tropical upwelling ecosystem in La Guajira, Colombian Caribbean (Flujos de biomasa y estructura de un ecosistema de surgencia tropical en La Guajira, Caribe colombiano). *Rev. Biol Trop. (Int. J. Trop. Biol ISSN-0034-7744)* Vol 54 (4): 1257-1282, December 2006.

- Chaetoceros. Revista de Biología Marina y Oceanografía, Vol 43 No 002. Universidad de Valparaíso, Viña del Mar, 2008.
- [19] PLA, Laura. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *INCI*, ago. 2006, vol.31, no.8, p.583-590. ISSN 0378-1844.
- [20] Barreto M et al. Diagnóstico Ambiental del Golfo de Morrosquillo (Punta Rada – Tolú). Una Aplicación de Sensores Remotos y SIG como contribución al Manejo Integrado de Zonas Costeras. 1999.
- [21] Robledo B., Oscar y Mujica R., Armando. Eufáusidos de Isla de Pascua. *Investig. mar.* [online]. 1999, vol.27 [citado 2009-10-19], pp. 65-72. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-71781999002700007](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-71781999002700007)>. ISSN doi: 10.4067/S0717-71781999002700007.
- [22] Bernal, A. y S. Zea. 2000. Estructura taxonómica y trófica de la comunidad de zooplancton bajo un régimen alterante entre descarga continental y afloramiento costero en Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 29: 3-26.
- [23] Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), 2004 Informe final Etapa III, Presencia de Organismos patógenos y exógenos en el agua de lastre de Buques de tráfico internacional en la Bahía de Cartagena.
- [24] Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), 2006 Informe final, Presencia de organismos patógenos y exógenos en el agua de lastre de buques de tráfico internacional en la Bahía de Cartagena.
- [25] Críales-Hernández M. García Camilo B, Wolff Matthias. Flujos de biomasa y estructura de un ecosistema de surgencia tropical en La Guajira, Caribe colombiano. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 54 (4): 1257-1282, December 2006.