

POLIQUETOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES DE MATERIA ORGÁNICA EN LA ZONA INTERMAREAL DE LA ISLA SANTA CLARA (GOLFO DE GUAYAQUIL EXTERIOR)

Benthic polychaetes as bioindicators of organic matter in the intertidal zone of Santa Clara Island (Gulf of Guayaquil Exterior)

Tania Calderón Clavijo ¹, Francisco Villamar Fernández ²

Recibido el 20 de mayo de 2013; recibido en forma revisada 17 de septiembre 2013, aceptado 18 de diciembre 2013

Resumen

El presente estudio se desarrolló durante los meses de septiembre y noviembre 2007, en área de la isla Santa Clara. Se establecieron ocho estaciones de muestreo en la zona intermareal de la isla. En cada muestreo se colectaron organismos bentónicos, muestras de sedimento, materia orgánica (MO), así como de las variables ambientales: temperatura, salinidad y pH en el agua de mar. Se aplicaron los índices de diversidad y equidad.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la comunidad de los poliquetos en la zona intermareal de la isla Santa Clara como bioindicadores de materia orgánica.

En el mes de septiembre el valor más alto del índice de diversidad (1,47bits/ind) se ubicó en la estación 4 sitio de menor concentración de MO (1,9%) y el valor más bajo del índice de diversidad (0,21bits/ind) en la estación 7 en el sitio con mayor concentración de MO (9,9%).

Mientras que en el mes de noviembre el valor más alto del índice de diversidad (2,01bits/ind) se ubicó en la estación 1 sitio de menor concentración de MO (3,8%) y el valor más bajo del índice de diversidad (1,14bits/ind) en la estación 6 sitio con menor concentración de MO (1,2%) y en la estación 7 sitio con mayor concentración de MO (9,9%) y el valor relativamente mayor de diversidad (1,69 bits/ind).

En el mes de septiembre en donde se aplica el índice de equidad, se presenta una distribución de mayor homogeneidad en la estación 4 (0,70), y en la estación con menos homogeneidad fue la No. 7 (0,19). En el mes de noviembre la estación con una distribución más homogénea fue la estación 7, con valor de 0,87 respectivamente. La estación con una distribución menos homogénea fue la estación 4 con valor de 0,52.

Palabras Claves: Poliquetos, materia orgánica (MO), diversidad, equidad.

Abstract

This study was developed during the months of September and November 2007, at the Santa Clara Island area. Eight sampling stations were established in the intertidal zone of the island. At each sampling benthic organisms, samples of sediment, organic matter (MO) were collected and environmental variables: temperature, salinity and pH in seawater were registered. The rates of diversity and equity were applied.

The goal of this paper is to study the community of polychaetes in the intertidal zone of the Santa Clara Island using them as organic matter bioindicators.

In September, the highest diversity index (1.47 bits / ind) was located at station 4 with the lowest concentration of MO (1.9%) and the lowest diversity index (0,21bits/ind) at station 7 with the highest concentration of MO (9.9%).

While in the month of November the highest diversity index (2.01 bits / ind) station was located at Station 1, a place of lower concentration of MO (3.8%) and the lowest diversity index (1.14 bits / ind) at station 6 site with a lower concentration of MO (1.2%) and station 7 site with the highest concentration of MO (9.9%) and relatively greater diversity value (1.69 bits / ind).

In September where is applicable equity index, season 4 (0.70) presents a more uniform distribution and a less homogeneous station was No. 7 (0.19). In November the station which presented the most homogeneous distribution was station 7, with a value of 0.87 respectively. The station that presented the least homogeneous distribution was station 4 with a value of 0.52.

Keywords: Polychaeta, organic matter (MO), diversity, equity.

¹ Bióloga, Tesis de Grado para la obtención del Título de Magíster en Ciencias con Énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y el Medio Ambiente – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

² Doctor en Ciencias Biológicas, Investigador Oceanográfico, Instituto Oceanográfico de la Armada, Departamento De Ciencias del Mar., Av. 25 de Julio Vía Puerto Marítimo, Base Naval Sur.

1. Introducción

La isla Santa Clara está ubicada en el Golfo de Guayaquil, Ecuador, conforma un complejo sistema transicional marino costero situado en un área de convergencias de corrientes marinas y masas de agua dulce provenientes del Golfo de Guayaquil, todo lo cual configura un medio excepcional para el afloramiento y proliferación de una biota muy variada y rica cuya pirámide de alimentos está representada por crustáceos, peces y aves marinas en poblaciones muy altas. ((Hurtado *et al.*, 1998).

El hábitat circundante a la isla Santa Clara es una de las áreas marinas más productivas en las aguas costeras del Ecuador y particularmente singular desde el punto de vista ecológico debido a su alta diversidad y los complejos procesos ecológicos que se dan en la interface marina – litoral. (Hurtado *et al.*, 1998).

Dentro de esta biota, se encuentran los poliquetos, estos invertebrados son útiles para estudiar el efecto de los contaminantes en las comunidades marinas. Al ser sedentarios o tener relativamente poca movilidad permiten evaluar diversos grados de perturbación y contaminación del fondo. Algunas especies de las familias *Capitellida* con la especie *Capitella capitata*, *Spionidae* con los géneros *Nephtys* y *Prionospio*, *Cirratulidae* con el género *Tharyx* se reconocen como indicadores de contaminación orgánica. Ciertos poliquetos son unos de los primeros invertebrados en colonizar zonas perturbadas; funcionan como especies pioneras (Díaz, 2003).

Los poliquetos bentónicos están presentes en diferentes hábitats, marinos y estuarinos en todas las profundidades; muy pocos habitan en agua dulce y ambientes terrestres húmedos. Forman parte del plancton cuando son larvas, posteriormente forman parte del bentos; muestran una gran diversidad de estrategias reproductivas y ciclos de vida que les da una gran capacidad de adaptación.

Su estudio es fundamental ya que la mayoría de las especies marinas son bénticas y habitan en sedimentos que cubren la mayoría del fondo oceánico; constituyen el más grande ecosistema en

nuestro planeta en términos de cobertura espacial (Díaz, 2003).

Los poliquetos contienen el mayor componente en términos de número de especies e individuos; en algunas zonas geográficas alcanzan diversidades sorprendentes; por ejemplo, en el estrecho de Bass (Australia) se encontraron 800 especies en sólo 10 metros cuadrados de sedimento; en arrecifes coralinos alcanzan densidades de 49 mil poliquetos por metro cuadrado (Díaz, 2003).

Debido a su abundancia, patrones de vida y formas de alimentación, los poliquetos juegan un papel importante en la zona litoral, ya que reciclan gran parte de la materia orgánica; además, modifican el fondo marino, la concentración de gases disueltos, la mezcla del agua intersticial, la consistencia del sedimento y la dinámica de los contaminantes (Díaz, 2003).

Son organismos que se caracterizan por desarrollar una intensa actividad biológica en los fondos estuarinos y marinos, razón por la cual constituyen buenos indicadores de áreas alteradas por aumento de materia orgánica (Lanza, *et al.*, 2000)

La importancia del estudio de los poliquetos bentónicos en la isla Santa Clara está basada en obtener resultados para conocer la estructura de las comunidades bentónicas marinas de la zona litoral. A menudo son los componentes de la macrofauna los que se cuantifican para indicar el estado de salud ambiental, debido a que dichos organismos son relativamente sedentarios, tienen ciclos vitales largos y exhiben diferentes grados de tolerancia a los cambios climáticos (Tena, *et al.*, 1993).

Este tema de investigación tiene como propósito determinar cuali y cuantitativamente los poliquetos, su distribución en el área de estudio ya que ellos desempeñan un papel importante en el ecosistema marino, además de establecer la relación de los mismos con granulometría y contenido de materia orgánica en los sedimentos de la zona intermareal de la isla Santa Clara.

El conocimiento de la fauna de poliquetos es considerado un factor importante para caracterizar

los distintos hábitat bentónicos y también para realizar programas de vigilancia ambiental, al constituirse como especies sensitivas y/o indicadoras de contaminación.

Objetivo General

1. Determinar si los poliquetos bentónicos en la zona intermareal de la isla Santa Clara se comportan como bioindicadores de materia orgánica.

Objetivos Específicos

1. Conocer la composición, distribución y abundancia de los poliquetos bentónicos.
2. Determinar la diversidad de especies de poliquetos bentónicos en la isla Santa Clara.
3. Analizar la concentración de materia orgánica con la finalidad de relacionarlos con los poliquetos bentónicos existentes en la isla Santa Clara.

Hipótesis

Los poliquetos bentónicos de la isla Santa Clara son bioindicadores de materia orgánica en la zona intermareal.

2. Materiales y Métodos

Ubicación de la Isla Santa Clara y Características.

La isla Santa Clara, también conocida como isla del Muerto se encuentra en el Golfo de Guayaquil en dirección sur- oeste, su jurisdicción le corresponde a la parroquia Jambelí del cantón Santa Rosa a 50 km al oeste de Puerto Bolívar en la Provincia de El Oro, 25 Km. de la costa suroeste de la isla Puna y 125 Km. al S.O. de Guayaquil; se encuentra entre las siguientes coordenadas: (Figura. 1).

- 30 10' 05" S y 800 25' 25" W.
- 30 10' 05" S y 800 26' 35" W.
- 30 10' 45" S y 800 26' 35" W.
- 30 10' 45" S y 800 25' 25" W.

La parte emergida tiene una forma alargada hacia el noreste y está constituida por varios islotes, de los cuales, el principal, considerado como la isla Mayor, presenta un ancho máximo de 240 m entre los pies de acantilados, y de 400 m incluyendo la playa en marea baja, y un largo de 850 m. La faja de playa que aparece en bajamar, conecta la isla Mayor con los islotes, tanto al norte como al sur, y tiene 2600 m de largo.

Esta zona con poca profundidad esta accidentada por rompientes. Hacia la isla Mayor junto con los peñones e islotes, la plataforma submareales se conecta progresivamente con una zona litoral intermareal rocosa, y playas estrechas de arenas y guijarros hasta el pie de acantilado (Santana y Dumont, 2000).

En el lugar del peñón Norte se encuentran 4 columnas rocosas, mientras que el resto del antiguo peñón ha desaparecido. Sus restos han sido removidos por el efecto de las olas y las mareas.

Ubicación de las estaciones:

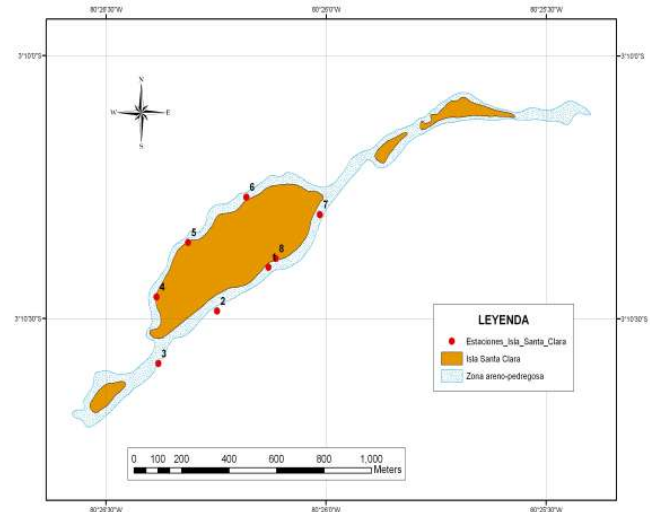


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en la zona intermareal de la isla Santa Clara durante septiembre y noviembre de 2007.

Muestreo de Campo

Se determinó 8 estaciones en la zona intermareal del Peñón Mayor, mediante un Posicionador Geográfico por Satélite Garmin 45 (GPS); se

realizó 2 salidas de campo durante septiembre y noviembre.

Se reportó la distancia de la zona intermareal en cada una de las estaciones establecidas, con el uso de un flexómetro, desde el límite de la pleamar hasta la bajamar (Figura 12).

Para la obtención y recolección de las muestras en la zona intermareal se la realizó durante la bajamar donde quedan más expuesto los sustratos duros caracterizados por rocas grandes y de los sustratos arenosos, se utilizó el método de Roger J. Lincoln & Gordon Sheals (1979), empleando para esta finalidad un cuadrante de 25 cm x 25cm (1/16 m²) (Figura 13).



Figura 12. Medición de la distancia en la zona intermareal. En la estación 6.



Figura 13. Muestreo en el sustrato rocoso con el uso del cuadrante de 25cm².

Análisis de Laboratorio: Tamizado de Muestras.

Las muestras colectadas fueron llevadas al Laboratorio de Biología de INOCAR, en el

laboratorio húmedo las muestras de sedimento fueron tamizadas con el uso de un juego de tamices de 2mm, 1mm y 0,5mm de poro, luego con agua dulce se removió la formalina y el exceso de sedimento; el residuo que quedó en los tamices de 1mm y 0,5 mm de poro, se transfirió a frascos plásticos de diferentes tamaños, se aplicó con una micropipeta 2 gotas de Rosa de Bengala para teñir los organismos capturados y su posterior identificación.

Identificación de poliquetos

Durante el proceso de identificación, se colocó cada muestra en una caja Petri plástica y se hizo la extracción de los organismos bentónicos de acuerdo a su morfología, con pinzas punta fina.

Análisis Granulométrico

Para el análisis granulométrico se colocó cada muestra de sedimento en una estufa, a una temperatura de 80 °C a 90 °C por 24 horas, para su secado previo (Figura 15). Se utilizó un equipo Granulómetro Laser Máster Siser 2000 (Figura 16).



Figura 15. Secado de la muestra de sedimento en la estufa (Lab. de Geología).



Figura 16. Obtención de resultados de la textura del sedimento con el equipo granulométrico Laser Máster Siser 2000 (Lab. de Geología).

3. Resultados

Temperatura

La temperatura superficial del agua de mar en la zona intermareal de la isla Santa Clara, presentó un promedio de 23.4°C en el mes de septiembre y en el mes de noviembre el promedio fue de 25.4°C. En septiembre, la temperatura mayor registrada en la estación 6 fue de 24 °C; en la estación 2 fue de 23.2 °C; en la estación 3 fue de 23.1°C; en la estación 4 fue 23.3°C; en la estación 5 fue 23.6°C. En la estación 7 fue 23.4 °C y en la estación 8 fue 23.5 °C. El valor menor de temperatura se registró en la estación 1 con 23°C (Figura 17).

En noviembre la distribución de la temperatura mostró un aumento gradual del valor hacia la estación 8 con 26.8 °C; en la estación 6 fue 26°C; en la estación 7 fue 25.9°C. En la estación 5 fue 25.3 °C en la estación 4 fue 25.1°C; en la estación 2 fue 24.8°C y en la estación 1 fue 24.7 °C. El valor menor de temperatura se registró en la estación 3 fue 24.3 °C (Figura 18).

Salinidad

La salinidad del agua de mar promedio fue de 33.9 UPS en el mes de septiembre y noviembre el valor medio fue de 33.8 UPS. Durante septiembre la salinidad de mayor valor registrado fue en la estación 7 con 34.1UPS; en las estaciones 2 y 8 los valores fueron de 34UPS; los valores registrados se mantienen constantes en las estaciones 1, 3 y 4 con 33.9UPS; El valor menor registrado fue en las estaciones 5 y 6 con 33.8UPS (Figura 19).

Durante noviembre la salinidad de mayor valor se registró en las estaciones 1, 3, 4, 5 y 6 fue de 34UPS; en la estación 2 el valor fue de 33,8 UPS; en la estación 7 el valor fue de 33,7UPS y el valor menor registrado fue en la estación 8 con 33,6 UPS. (Figura 20).

En el mes de noviembre se realizó la obtención de los datos de salinidad durante la marea de sicigia y la toma de la muestra del agua de mar se la realizó en la baja marea.

pH

El potencial de hidrógeno del agua de mar fue medido con un potenciómetro manual, presentó valores pH= 7 a alcalinos pH =8; en septiembre el valor mayor registrado en la estación 6 fue pH = 8 y en la estación 3 fue pH = 7.91. En la estación 2 fue pH = 7.34; en la estación 1 fue pH = 7.31 y en la estación 4 fue pH = 7.15. En la estación 5 fue pH= 7.22 y en la estación 7 fue pH =7.21. El valor menor del pH se registró en la estación 8 con pH =7.14 (Figura 21).

En noviembre el valor mayor del pH se registró en la estación 3 fue pH= 8 y en la estación 6 fue pH =8.15. En la estación 2 fue pH= 7.39; en las estaciones 1 fue pH =7.33 y en la estación 5 fue pH =7.28. En la estación 4 fue pH= 7.26 y en la estación 8 fue pH= 7.22. El valor menor del pH se registró en la estación 7 con pH =7.19 (Figura 22)

Características físicas y químicas de los sedimentos intermareales.

Textura del sedimento

Se determinó en la estación 1, el 96,8% de arena y el 3,2% de limo y la textura fue arena fina; en la estación 2 se obtuvo el 96,57% de arena y el 3,43% de limo, la textura fue arena media; en la estación 3 el 97,32% de arena y el 2,68% de limo, la textura fue arena media.

La estación 4 el 97,28% de arena y el 2,72% de limo, la textura fue arena gruesa; en la estación 5 se obtuvo el 99,12% de arena y el 0,88% de limo, la textura fue arena media; en la estación 6 el 100% de arena, la textura fue arena media; la estación 7, se obtuvo el 100% de arena, la textura fue arena media.

En la estación 8, se obtuvo el 100% de arena, el sedimento fue arena de textura media (Tabla 4).

Materia Orgánica (MO).

En cuanto a los análisis químicos en los sedimentos de la zona intermareal, cuyo valor más alto de materia orgánica fue de 9,90%, reportado para la estación 7 ubicada al norte de la isla donde se observó el mayor aporte de los desechos de los excrementos de las aves guaneras que habitan en

esta área de estudio. En la estación 6 ubicada al norte de la isla presentó valores menores de 1,22% materia orgánica.

Se determinó que en la estación 1 se obtuvo el 3,84% de materia orgánica; en la estación 2 el 7,48% de materia orgánica y en la estación 3 se obtuvo el 2% materia orgánica.

La estación 4 se obtuvo el 1,89% materia orgánica; en la estación 5 se obtuvo el 2,62% materia orgánica; en la estación 6 se obtuvo el 1,22% materia orgánica; la estación 7, se obtuvo el 9,90% materia orgánica.

En la estación 8, se obtuvo el 2,70% materia orgánica (Figura 24)

Los organismos bentónicos obtenidos en cada estación.

De manera general se reporta un total de 23.570 organismos macrobentónicos, perteneciente a 10 clases taxonómicas: Crustácea, Polychaeta, Gasterópoda, Anthozoa, Polyplacophora, Phascolosomatidae, Bivalvia, Turbellaria, Nemátoda y Ophiuroidea durante el mes de septiembre.

En el mes de noviembre se reporta un total de 24.085 organismos, perteneciente a 9 clases taxonómicas: Polychaeta, Crustácea, Gasterópoda, Anthozoa, Nemátoda, Turbellaria, Bivalvia, Polyplacophora y Echinoidea.

En septiembre la clase más abundante fue Crustácea con el 49%, seguido por Polychaeta con el 43%, Gasterópoda con el 4%, Anthozoa con el 3% y en menor cantidad con menos del 1% se registró a Polyplacophora, Phascolosomatidae, Bivalvia, Turbellaria, Nemátoda y Ophiuroidea.

En noviembre la clase más abundante fue Polychaeta con el 38%, seguido por Crustácea con el 27%, Gasterópoda con 19%, Anthozoa con 11%, Nemátoda con 4% y en menor cantidad con menos del 1% se registró a Turbellaria, Bivalvia, Polyplacophora y Echinoidea (Figura 26).

Registro de las especies de poliquetos (errantes y sedentarios) durante las dos salidas (septiembre y noviembre).

Primera Salida de Campo (mes de septiembre):

En la primera salida de campo en la isla Santa Clara, se identificaron en total 11 especies de poliquetos bentónicos en la zona intermareal

En el grupo de los **Sedentarios** se identificaron las siguientes especies:

- 1.- *Polydora websteri*.
- 2.- *Boccardia tricuspa*.
- 3.- *Megalomma quadrioculatum*.
- 4.- *Cirratulus cirratus*.
- 5.- *Notodasus magnus*.
- 6.- *Notomastus abyssalis*.

En el grupo de los **Errantes** las siguientes especies:

- 1.- *Syllis elongata*.
- 2.- *Lysidice natalensis*.
- 3.- *Anaitides madeirensis*.
- 4.- *Neanthes diversicolor*.
- 5.- *Pareurythoe spirocirrata*.

Segunda Salida de Campo (mes de noviembre):

En la segunda salida se identificaron 19 especies de poliquetos bentónicos los mismos que pertenecen al grupo de los **Sedentarios**:

- 1.- *Polydora websteri*.
- 2.- *Boccardia tricuspa*.
- 3.- *Paraprionospio pinnata*.
- 4.- *Megalomma quadrioculatum*
- 5.- *Lanice conchilega*
- 6.- *Maldane cristata*.
- 7.- *Cirratulus cirratus*.
- 8.- *Notodasus magnus*.
- 9.- *Notomastus abyssalis*

Las siguientes especies de poliquetos bentónicos, están dentro del grupo de los poliquetos **Errantes** son:

- 1.- *Syllis elongata*.
- 2.- *Lysidice natalensis*.
- 3.- *Anaitides madeirensis*.
- 4.- *Neanthes diversicolor*.
- 5.- *Ceratonereis mirabilis*
- 6.- *Eunice antennata*.
- 7.- *Arabella iricolor*.

- 8. - *Pareurythoe spirocirrata*.
- 9. - *Lumbrineris bassi*.
- 10.- *Nephtys singularis*

Durante la primera salida se contabilizó en total 9.765 organismos y, durante la segunda salida 9.064 organismos.

Abundancia porcentual de las especies de poliquetos bentónicos en el mes de septiembre.

La especie *Boccardia tricuspa* es de vida sedentaria y pertenece a la familia Spionidae, fue la que reporto mayor distribución porcentual en la primera salida (septiembre) con un 70%; la segunda fue *Neanthes diversicolor* es de vida errante y pertenece a la familia Nereidae con el 15%; la tercera es *Lysidice natalensis* que es de vida errante y pertenece a la familia Eunicidae esta se reportó con el 6%, y las especies que se reportaron con menor distribución porcentual fueron *Polydora websteri* es de vida sedentaria y pertenece a la familia Spionidae con el 3%; *Syllis elongata* es de vida errante y pertenece a la familia Syllidae con el 3%, también hay especies que reportaron valores de 1% como *Cirratulus cirratus*; con valores menores de 1% fueron *Megalomma quadrioculatum*, *Notodasus magnus*, *Pareurythoe spirocirrata*, *Anaitides madeirensis* y *Notomastus abyssalis* (Figura 29).

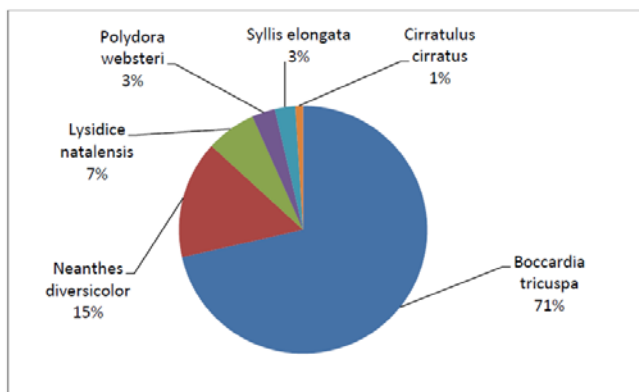


Figura 29. Abundancia relativa porcentual de las especies de poliquetos bentónicos, *Boccardia tricuspa* fue dominante seguida de *Neanthes diversicolor*, registrados durante septiembre del 2007 en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

Abundancia porcentual de las especies de poliquetos bentónicos en el mes de noviembre.

Durante la segunda salida (noviembre), las especies que reportan mayor distribución porcentual para esta época fueron la especie *Boccardia tricuspa* con el 31%; la segunda fue *Paraprionospio pinnata* que es de vida sedentaria pertenece a la familia Spionidae con el 17%; la tercera fue *Polydora websteri* con el 12%; la cuarta fue *Syllis elongata* con el 10%; la quinta fue *Maldane cristata* es de vida sedentaria y pertenece a la familia Maldanidae con el 8%; la sexta fue *Neanthes diversicolor* con el 7%; y las especies que se reportaron con menor distribución porcentual fueron *Lumbrineris bassi* y *Lysidice natalensis* con el 4%; *Lanice conchilega* con el 2%; también hay especies que reportaron valores de 1% como *Notodasus magnus*, *Notomastus abyssalis* y *Cirratulus cirratus*; con valores menores de 1% fueron *Ceratonereis mirabilis*, *Megalomma quadrioculatum*, *Pareurythoe spirocirrata*, *Arabella iricolor*, *Anaitides madeirensis*, *Eunice antennata* y *Nephtys singularis* (Figura 30).

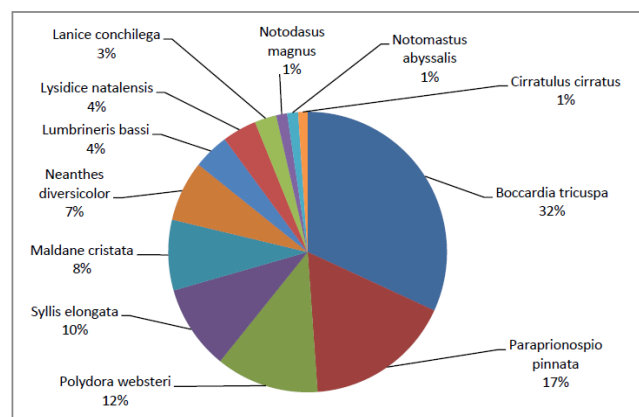


Figura 30. Abundancia relativa porcentual de especies de poliquetos bentónicos, *Boccardia tricuspa* fue dominante seguido de *Paraprionospio pinnata*, registrados durante noviembre del 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

4.6. Distribución por estación de las especies de poliquetos durante las dos salidas (septiembre y noviembre).

Distribución por estación de las especies de poliquetos durante el mes de septiembre.

En septiembre fueron abundantes las especies de poliquetos en las estaciones 2, 4, 5, 7 y 8; las estaciones 1, 3 y 6 no se reportó especies de poliquetos.

Distribución por estación de las especies de poliquetos durante el mes de noviembre.

Durante noviembre fueron frecuentes y de mayor abundancia las especies de poliquetos en las estaciones 1, 2, 3 4, 5. 6, 7, y 8.

4.8. Distribución Geográfica de las especies de poliquetos bentónicos.

Boccardia tricuspa.

Esta especie pertenece a la familia Spionidae. Son de vida sedentaria tubícolas o excavadores que viven en galerías verticales, se alimentan seleccionando las partículas alimenticias del detritus, región anterior vista dorsal (Figura 48).

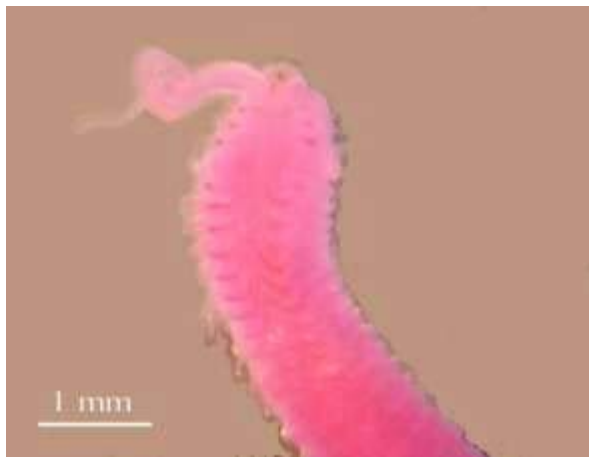


Figura 48. *Boccardia tricuspa* (sedentaria), región anterior vista dorsal.

Neanthes diversicolor.

especie fue representativa durante la primera salida con el 15.07 % (Tabla 7 en el Anexo), y en la segunda salida con el 6,8% (Tabla 8 en el Anexo), especies errantes que pertenece a la familia Nereidae; región anterior en vista lateral (Figura 49).



Figura 49. *Neanthes diversicolor* (errante), región anterior en vista lateral.

Paraprionospio pinnata.

Esta especie fue representativa durante la segunda salida con el 16.59 %, es sedentaria pertenece a la familia Spionidae, región anterior en vista ventral (Figura 50).



Figura 50. *Paraprionospio pinnata.* (sedentaria), región anterior en vista ventral.

Lysidice natalensis.

Se la capturó en la primera salida y representa el 6,4% (Tabla 7 en el Anexo) y en la segunda salida el 3,9% (Tabla 8 en el Anexo), esta especie pertenece a la familia Eunicidae, es de vida errante, región anterior vista dorsal (Figura 51).

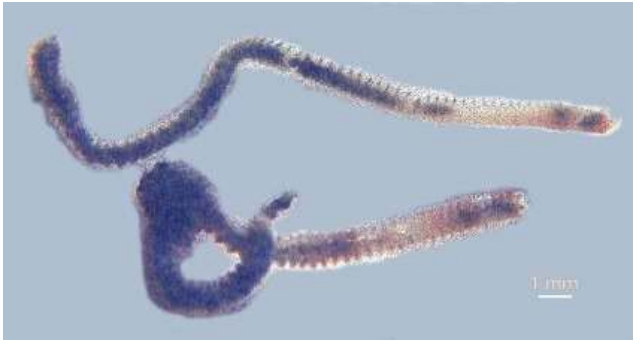


Figura 51. *Lysidice natalensis* (errante), región anterior vista dorsal.

***Polydora websteri*.**

Esta especie se reportó en la primera salida con el 2,9% (Tabla 7 en el Anexo) y en la segunda salida con el 11,7% (Tabla 8 en el Anexo), pertenecen a la familia Spionidae, son de vida sedentarias; región anterior en vista ventral (Figura 52).



Figura 52. *Polydora websteri* (sedentaria), región anterior en vista ventral.

***Syllis elongata*.**

Se reportó en la primera salida con el 2,6% (Tabla 7 en el Anexo) y en la segunda salida con el 9,5% (Tabla 8 en el Anexo) pertenece a la familia Syllidae, son de vida errantes, región anterior vista dorsal (Figura 53).



Figura 53. *Syllis elongata* (errante), región anterior vista dorsal.

***Maldane cristata*.**

Esta especie se reportó solo en la segunda salida con el 7,9% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Maldanidae, son de vida sedentarias; región anterior vista dorsal (Figura 54).



Figura 54. *Maldane cristata* (sedentaria), región anterior vista dorsal.

***Lumbrineris bassis*.**

Esta especie se reportó en la segunda salida con el 4,1% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Lumbrineridae, es de vida errante, son excavadores; región anterior vista dorsal (Figura 55).



Figura 55. *Lumbrineris bassis* (errante), región anterior vista dorsal.

Lanice conchilega

Esta especie es reportada en la segunda salida con el 2,5 % (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Terebellidae, son de vida sedentaria; región anterior vista dorsal (Figura 56). Habitan en tubos construidos por ellos, compuestos por mucus y granos de arena o partículas de arcilla (Figura 56a).



Figura 56. *Lanice conchilega* (sedentaria), región anterior vista dorsal.

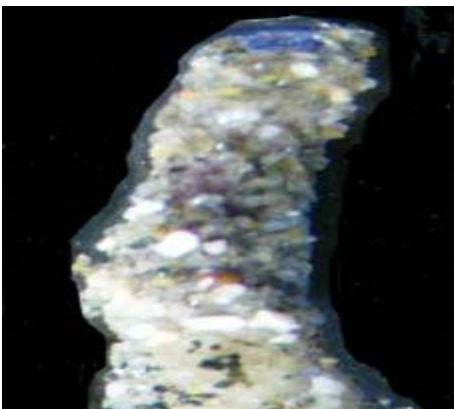


Figura 56a. Tubo compuesto por mucus y granos de arena.

Cirratulus cirratus.

Esta especie se reportó en la primera y segunda salida con valores bajos de 1% (Tabla 7 y 8 en el Anexo). Pertenece a la Familia Cirratulidae, es de vida sedentaria; región anterior en vista ventral (Figura 57).



Figura 57. *Cirratulus cirratus* (sedentaria), región anterior en vista ventral.

Ceratonereis mirabilis

Se reportó en la segunda salida con valor bajo de 0,7% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Nereidae, son de vida errantes; región anterior en vista dorsal (Figura 58).



Figura 58. *Ceratonereis mirabilis* (errante), región anterior vista dorsal.

Megalomma quadrioculatum.

Esta especie se reportó en la primera y segunda salida con valores bajos de 0,5% (Tabla 7 y 8 en el Anexo), pertenece a la familia Sabellidae, son de

vida sedentarias, son filtradores o depredadores, región anterior en vista dorsal (a); el tubo es construido con arena y conchillas (b), adherido a las rocas de la zona intermareal (Figura 59).



Figura 59. *Megalomma quadrioculatum* (sedentaria), región anterior vista dorsal (a), tubo construido con arena y conchillas (b).

Notodasus magnus.

Fue reportada en la primera salida con el 0,5% (Tabla 7 en el Anexo) y en la segunda salida con el 1,2% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Capitellidae, son de vida sedentaria; región anterior vista dorsal (Figura 60).



Figura 60. *Notodasus magnus* (sedentaria), región anterior vista dorsal.

Pareurythoe spirocirrata.

Esta especie se reportó en la primera salida con valores bajos de 0,4% (Tabla 7 en el Anexo) y en la segunda salida con de 0,3% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Amphinomidae,

son de vida errantes; región anterior vista lateral (Figura 61).



Figura 61. *Pareurythoe spirocirrata* (errante), región anterior vista lateral.

Arabella iricolor.

Esta especie fue capturada en la segunda salida con valor bajo de 0,4% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Arabellidae, son de vida errantes, región anterior vista dorsal (Figura 62).



Figura 62. *Arabella iricolor* (errante), región anterior vista dorsal.

Anaitides madeirensis.

Fue capturada en la primera salida con valores bajos de 0,3% (Tabla 7 en el Anexo) y en la segunda salida con valores bajos de 0,2% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Phyllodocidae, son de vida errantes, región anterior vista dorsal (Figura 63).



Figura 63. *Anaitides madeirensis* (errante), región anterior vista dorsal.

Eunice antennata.

Fue reportada en la segunda salida con valores bajos de 0,2% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Eunicidae, son de vida errantes; región anterior vista dorsal (Figura 64), se encuentran asociados a otros organismos como esponjas.



Figura 64. *Eunice antennata* (errante); región anterior vista dorsal.

Notomastus abyssalis.

Esta especie fue reportada en la primera salida con valores bajos de 0,1% y en la segunda salida con 1,2% , pertenece a la familia Capitellidae, son de vida sedentaria; región anterior en vista lateral (Figura 65).



Figura 65. *Notomastus abyssalis* (sedentaria); región anterior en vista lateral.

Nephtys singularis.

Fue reportada en la segunda salida con valores bajos de 0,1% (Tabla 8 en el Anexo), pertenece a la familia Nephtyidae, son de vida errantes, región anterior vista dorsal (Figura 66).



Figura 66. *Nephtys singularis* (errante), región anterior vista dorsal.

Relación de los poliquetos bentónicos y su hábitat.

Los poliquetos reportados en la zona intermareal de la isla Santa Clara están representados en diferentes hábitats, áreas geográficas y en todas las profundidades. Muestran una gran diversidad de estrategias reproductivas y ciclos de vida que les da una gran capacidad de adaptación. Las especies marinas son bénticas (viven en el fondo) y habitan en sedimentos que cubren la mayoría del fondo oceánico. Los sedimentos, por lo tanto,

constituyen el más grande ecosistema en nuestro planeta en términos de cobertura espacial.

La utilización de los poliquetos en diversas actividades ha impulsado el cultivo de estos invertebrados por la necesidad de obtener grandes cantidades de estos gusanos para utilizarlos, en la pesca deportiva, empresas de acuicultura, como alimento vivo en el cultivo de crustáceos o peces.

4. Discusión

La temperatura del agua del mar en la zona intermareal de la isla Santa Clara fue de 23.4°C promedio en septiembre, mientras que en noviembre la temperatura presentó 23.2°C promedio, los valores registrados se encuentra dentro del rango que indica Stevenson, (1981) que la temperatura del agua superficial en el Golfo, durante la estación seca, varía desde 25 °C en el estuario interior hasta 21 °C- 22 °C en la entrada del golfo.

Se reportan para el mes de septiembre 23.570 organismos, que corresponden a 10 Clases taxonómicas, siendo la más abundante los Crustácea con 49%, seguido de la Clase Polychaeta con 43% y en poca abundancia, con menor al 1% se registró a Polyplacophora, Phascolosomatidae, Bivalvia, Turbellaria, Nematoda y Ophiuroidea.

En el mes de noviembre se reportan 24.085 organismos, perteneciente a 9 Clases taxonómicas, la más abundante fue Polychaeta con el 38%, seguido por Crustácea con el 27%, y en poca abundancia, con menor al 1% se registró a Turbellaria, Bivalvia, Polyplacophora y Echinoidea.

Al analizar las especies de la zona de estudio encontramos que éstas se presentan distribuidas uniformemente repartidas en todas las estaciones en el mes de noviembre, y en el mes de septiembre solo en las estaciones 2, 4, 5, 7 y 8. Siendo *Boccardia tricuspa* la especie más dominante y frecuentes con el 70.1%, seguida de *Neanthes diversicolor* 15% durante el mes de septiembre; de la misma forma *Boccardia tricuspa* es la especie más frecuente con el 32%, seguido por

Paraprionospio pinnata 17%, en el mes de noviembre. Como especies consideradas indicadoras de áreas intervenidas de origen antropogénicas, están las especies excavadoras y sedentarias como *Boccardia tricuspa* y *Paraprionospio pinnata* la especie errante *Syllis elongata*. Según establece Cañete *et al.*, 2000 que las familias indicadoras de contaminación orgánica son Cirratúlidae, Capitélidae y los Spiónidae su presencia en grandes densidades pudiera sugerir que han ocurrido cambios importantes en las propiedades biogeoquímicas de los sedimentos.

Los resultados obtenidos demuestran que una familia Spionidae concuerda con lo señalado por algunos autores (Cañete *et al.*, 2000, Reish 1967, Zaballa 1983, Quiróz 2009, Arocena 1996) con respecto a su uso como bioindicadores de contaminación orgánica, las especies representadas mayoritariamente como *Boccardia tricuspa*, *Paraprionospio pinnata* se benefician de los aportes orgánicos.

El análisis de diversidad de Shannon - Wiener durante el mes de septiembre determinó que la estación 4 registró la mayor diversidad biológica con 1,47 bits/ind y la menor diversidad en la estación 7 con 0,21 bits/ind. Mientras que en el mes de noviembre la estación 1 registró la mayor diversidad biológica con 2,01 bits/ind y con menor diversidad fue la estación 6 con 1,14 bits/ind.

Con relación entre las especies de poliquetos, materia orgánica (MO) y textura del sedimento; se reportó que la especie *Boccardia tricuspa* (Spionidae) se presentó en todas las estaciones muestreadas, fue la más abundante durante el mes de septiembre. En la parte sur de la isla la estación 4 se destacan la presencia de algunas especies que se muestran especialmente abundante en esta zona, como son *Boccardia tricuspa*, *Neanthes diversicolor* y *Lysidice natalensis*; estas especies estarían relacionadas con la mayor presencia de limo (2,72%) y la menor concentración de MO (1,89%) y la temperatura, salinidad y pH fue menor. Mientras que en la estación 7 la especie que se muestra abundante fue *Boccardia tricuspa*; esta especie estaría relacionada con la mayor presencia de arena (100%) y la mayor

concentración de MO (9,9%) la temperatura y el pH fue menor, la salinidad fue mayor. La mayor diversidad (1,47bits/ind) se ubicó en la estación 4 sitio de menor concentración de MO (1,9%). Mientras que la menor diversidad (0,21bits/ind) en la estación 7 en el sitio con mayor concentración de MO (9,9%).

En el mes de noviembre las especies que se muestran abundante en esta área fueron *Paraprionospio pinnata* (Est. 1, 2 y 8), mientras que *Syllis elongata* (Est. 3 y 5), *Boccardia tricuspa* (Est. 4, 6 y 7). En la parte sur de la isla la estación 3 se destaca la presencia de algunas especies especialmente abundante en esta zona, como son *Syllis elongata*, *Notodasus magnus*, *Boccardia tricuspa* y *Ceratonereis mirabili*; estas especies estarían relacionadas con la mayor presencia de limo (2,68%) y la menor concentración de MO (2%), la temperatura y salinidad fue menor; el pH fue mayor. En la estación 6 la especie más abundante fue *Boccardia tricuspa* donde la concentración MO fue menor (1,22%) y la arena (100%) fue mayor; la temperatura y el pH fue mayor, la salinidad fue menor. La mayor diversidad (2,01bits/ind) se ubicó en la estación 1 sitio de menor concentración de MO (3,8%). Mientras que el valor menor de diversidad (1,14bits/ind) en la estación 6 sitio con menor concentración de MO (1,2%) y en la estación 7 sitio con mayor concentración de MO (9,9%) y el valor relativamente mayor de diversidad (1,69bits/ind). Los resultados se comparan con estudios de otras áreas.

5. Conclusiones

En base a las características físicas observadas durante los meses de septiembre y noviembre del 2007 en la zona intermareal de la isla Santa Clara, se puede concluir que hay una marcada variación estacional y espacial, los cuales producen efectos locales a la fauna bentónica.

Se ha determinado que los valores registrados de salinidad, temperatura y pH son propios de la época seca ya que la isla está influenciada por ambiente estuarino- marino.

Con relación a la característica y la distribución del sedimento superficial se puede decir que está dominado por la presencia de arena con tamaño que varía de fino a medio y sin embargo, en menor porcentaje se encuentra el limo.

En cuanto a los valores de materia orgánica (MO) el mayor valor se registró en la estación 7 (9,9%) este aumento importante de materia orgánica puede deberse al aporte de las heces fecales de las aves (guano), aporte del río Guayas, como por otros ríos provenientes del sur y sureste; el menor valor fue en la estación 6 (1,22%).

En toda el área estudiada en la zona intermareal la biodiversidad y abundancia de organismos bentónicos es relativamente rica donde se obtuvo 23.570 organismos que corresponde a 10 Clases taxonómicas, la Clase Crustáceo (49%) y Polychaeta (43%) fueron los más abundantes durante el mes de septiembre y se registran 24.085 organismos pertenecientes a 9 Clases taxonómicas, la Clase Polychaeta (38%) y Crustáceo (27%) fueron abundantes durante el mes de noviembre, en la época seca (septiembre y noviembre).

Un total de 19 especies de poliquetos bentónicos fueron identificados en la época seca (septiembre y noviembre), que pertenecen a 14 familias: Spionidae (3 especies), Nereidae (2 especies), Eunicidae (2 especies), Syllidae (1 especie), Maldanidae (1 especie), Lumbrineridae (1 especie), Terebellidae (1 especie), Cirratulidae (1 especie), Sabellidae (1 especie), Capitellidae (2 especies), Amphinomidae (1 especie), Arabellidae (1 especie), Phyllodoceidae (1 especie) y Nephtyidae (1 especie).

Los resultados de esta investigación ponen de manifiesto la diversidad y amplia distribución de poliquetos para la zona intermareal de la isla Santa Clara. Asimismo, se inicia el conocimiento de la composición de los ecosistemas béticos en los diferentes sustratos rocoso y arenoso de la zona intermareal de la isla Santa Clara.

Se concluye que la hipótesis planteada es positiva, porque las especies sedentarias *Boccardia tricuspa* y *Paraprionospio pinnata* son bioindicadores de materia orgánica, su alimentación es suspensívoros superficial, se

benefician de los aportes orgánicos presentes en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

Los resultados obtenidos en el análisis de los índices de diversidad y uniformidad; la mayor diversidad (H) durante el mes de septiembre se ubicó en la estación 4 que registró la mayor diversidad biológica con 1,47 bits/ind y la estación 7 con 0,21 bits/ind fue menos diversa. Distribución más homogénea fue la estación 4 (0,70), y la estación con una distribución menos homogénea fue la estación 7(0,19). Mientras que en el mes de noviembre la estación 1 registró la mayor diversidad biológica con 2,01 bits/ind y la estación con menor diversidad fue la estación 6 con 1,14 bits/ind. Distribuciones más homogénea fue la estación 7 con valor de 0,87 respectivamente; la estación con una distribución menos homogénea fue la estación 4 con valor de 0,52.

Se determinó la relación entre el índice diversidad y la materia orgánica (MO) donde se obtuvo en septiembre la mayor diversidad (1,47bits/ind) se ubicó en la estación 4 sitio de menor concentración de MO (1,9%). Mientras que la menor diversidad (0,21bits/ind) en la estación 7 en el sitio con mayor concentración de MO (9,9%). Noviembre el valor más alto del índice de diversidad (2,01bits/ind) se ubicó en la estación 1 sitio de menor concentración de MO (3,8%) y el valor menor de diversidad (1,14bits/ind) en la estación 6 sitio con menor concentración de MO (1,2%), en la estación 7 sitio con mayor concentración de MO (9,9%) y el valor relativamente mayor de diversidad (1,69 bits/ind). Es importante mencionar que las especies con mayor número de individuos fueron capturadas en el sustrato rocoso asociados a otros invertebrados marinos.

6. Recomendaciones

Se recomienda que se continúe realizando nuevas investigaciones sobre invertebrados marinos, porque con estudios posteriores podrían presentarse nuevas especies no reportadas en este trabajo científico y de esta forma se

contribuiría a aumentar los registros taxonómicos para la zona intermareal de la isla Santa Clara.

Elaborar un diseño multitemporal de muestreo periódico que permita hacer comparaciones estadísticas de distribución, abundancia y diversidad de especies de poliquetos en las diferentes épocas del año.

Es importante realizar estudios donde se profundice en los aspectos ecológicos de la composición, estructura y función de los ecosistemas marino-costero, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

Propongo que se realicen más estudios sobre los poliquetos bentónicos, ya que estos organismos desarrollan un papel importante en los ecosistemas marinos. Además, nos brindan la oportunidad de conocer y evaluar con mayor certeza la calidad de nuestras zonas costeras y se podría llegar a conocer nuevos usos o aplicaciones de los poliquetos en otros ámbitos marinos costeros.

Referencias

- [1] Aerts, K, T.Vanagt, S. Degraer, S. Guartatanga, J. Wittoeck, N. Fockedy, M. Cornejo- Rodriguez, J. Calderón y M. Vinex. 2004. Macrofaunal community structure and zonation of an Ecuadorian Sandy beach (bay of Valdivia). Belgica. J.Zool. 134(1): 17-24 pg.
- [2] Aguiar, F. 1977. Estudio Hidrogeoquímico del Golfo de Guayaquil. Cont. XI Reunión del Inst. Panamericana de Geol, e Hist. Com. Ocean y Atmós. 1-52 pg.
- [3] Amaral, A. 1979. Ecología y Distribución de los Anelidos Poliquetos. Bol. Inst. Oceanogr., S. Paulo, 28(1): 1-52 pg.
- [4] Arocena, R, D. Conde, D. Fabián, J. Gorga, J. Clemente. 1996. Calidad del Agua en la
- [5] Laguna de Rocha: rol de sus principales afluentes.UY:PROBIDES. Sección Limnología / Facultad de Ciencias. 28 pg.
- [6] Arroyo-Osorio, F y T. Calderón-Clavijo. 2000. Estudio Taxonómico de los Invertebrados Marinos Existentes en la Zona Intermareal de la Isla Santa Clara (Golfo de Guayaquil, Exterior). Informe Técnico. Convenio Interinstitucional: Universidad de Guayaquil y Energy Development Company.
- [7] Benítez - Acosta, S. 1975. Morfología y sedimentos del Golfo de Guayaquil. Tesis de grado. ESPOL. 170 pg.

- [8] Brusca, R. 1973. A Handbook to the Common Invertebrates of the Gulf of California. The University of Arizona Press: 427 pp.
- [9] Cabrera, C., Maldonado D, M y Romero CH, L. jul./dic. 2004. Impacto ambiental en sedimentos marinos superficiales por residuos líquidos industriales y urbanos. *Rev. Inst. investig. Fac. minas metal cienc. geogr.* [online]. jul./dic. 2004, vol.7, no.14 [citado 06
- [10] Septiembre 2009],15-22 pg. Disponible en la World Wide Web: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-08882004000200003&lng=es&nrm=iso. ISSN 1561-0888.
- [11] Calderón- Clavijo, T. 2007. Estudio de la Fauna Macrobentónica Intermareal y Submareal de la Isla Santa Clara (Diciembre- 2006). Informe Técnico, Instituto Oceanográfico de la Armada.
- [12] Pesante-Vigano. F. 1975. Distribución de las Propiedades Físicas y Químicas del Golfo de Guayaquil. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur.* 3: 21-37 pg.
- [13] Pesantes-Vigano. F., E. Pérez. 1982. Condiciones Hidrográficas y Químicas en el Estuario del Golfo de Guayaquil. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología. Inst. Nac. Pesca.* Vol. 1, No 2: 87-229 pg.
- [14] Quiróz, L. 2009. Los Poliquetos como Bioindicadores de Calidad en los sistemas marinos. IES. Serrallarga: 13 pg.
- [15] Shannon, C and W. Wiener. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. U.S.A.117 pp.
- [16] Tena, J., R. Capaccione-Azzati, F.Torres-Gavila y R. Porras.1993. Estudios del Bentos Marino., Publicaciones Especiales, Instituto Español de Oceanografía. Valencia. España. (11):15-19 pg.
- [17] Uebelacker, J. M. & P. G. Johnson (Editors). 1984. Taxonomic Guide to The Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Final Report to the Minerals Management Service, contract 14-12 -001-29091. Barry A. Vittor & Associates, Inc., Mobile, Alabama. 7 vols.
- [18] Vegas, M.1971. Introducción a la Ecología del Bentos Marino. Universidad Nacional Agraria La Molina Lima, Perú. 22-35 pg.
- [19] Vera, R. 1982. Geología en detalle de la Isla Santa Clara. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). 76 pg.
- [20] Wellington, G. 1975. Ambientes Marinos Costeros de Galápagos. Trad. J. Black Inf. Al Dpto. de Parques Nac y Vida Silvestre. Quito, 1-222 pg.
- [21] Zaballa, K., A, Romero y M. Ibáñez.1983. Estudio de los Indicadores Biológicos de la Contaminación en los Sedimentos de la Ría de Pasajes. *Lurralde : inv . espac* N. 6:177-189 pg.