

**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 THE SANTA CLARA ISLAND  
(GULF OF GUAYAQUIL EXTERIOR)\***

Tania Calderón Clavijo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales. Guayaquil – Ecuador

\*Resumen de la Tesis de Grado para la obtención del Título de Magister en Ciencias con Énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y Medio Ambiente.

E-mail: [tania.calderon@inocar.mil.ec](mailto:tania.calderon@inocar.mil.ec)

**Resumen**

*Este estudio, se realizó en septiembre y noviembre de 2007 en la isla Santa Clara, Golfo de Guayaquil, Ecuador. Se identificó la comunidad macrobentónica de los sustratos arenosos (97%) y limosos (3%) en la zona intermareal. Las muestras fueron obtenidas y recolectadas manualmente dentro de un cuadrante de 25 x 25 cm. (0.0625 m<sup>2</sup>).*

*Los poliquetos bioindicadores de materia orgánica (MO), en la isla Santa Clara fueron **Boccardia tricuspa** y **Paraprionospio pinnata**. Se reporta para septiembre una abundancia relativa de 23570 ind/m<sup>2</sup>, que corresponden a 10 grupos taxonómicos, siendo la más abundante Crustacea con 49% y Polychaeta con 43%. El valor más alto de diversidad (1.47 bits/ind) se ubicó en la estación 4 con menor concentración de MO (1.9%) y, el valor más bajo de diversidad (0.21 bits/ind) en la estación 7 con mayor concentración de MO (9.9%). El índice de equidad presenta una distribución alta en la estación 4 (0.70), y en la estación 7 menor equidad (0.19).*

*De la misma forma para noviembre se registraron 24085 ind/m<sup>2</sup>, que corresponden a 9 grupos taxonómicos, siendo la más abundante Polychaeta con 38% y Crustacea 27%. El valor más alto de diversidad (2.01 bits/ind) fue en la estación 1 con MO (3.8%) y, el valor más bajo en la estación 6 con diversidad (1.14 bits/ind) y menor concentración de MO (1.2%). El índice de equidad fue más homogénea en la estación 7 (0.87) y menor homogénea en la estación 4 (0.52).*

*En total se identificaron para toda el área de estudio 19 especies de poliquetos bentónicos, que pertenecen a 14 familias. Con los resultados obtenidos se puede considerar que la materia orgánica (MO) influye en la diversidad de especies de poliquetos.*

**Palabras claves:** *Diversidad de especies, Especies indicadoras, Golfo de Guayaquil, Isla Santa Clara, Poliquetos, Shannon-Wiener.*

**Abstract**

*This study, was developed during september and november 2007 at the Santa Clara island, Gulf of Guayaquil, Ecuador. The macrobentic community was identified in the sandy (97%) and slime (3%) substrates in the intertidal zone. The samples were obtained and collected manually within a quadrant of 25 x 25 cm (0.0625 m<sup>2</sup>).*

*The polychaetes bioindicators of organic pollution, on Santa Clara island were **Boccardia tricuspa** and **Paraprionospio pinnata**. A relative abundance of 23570 ind /m<sup>2</sup>, is reported on september, corresponding to 10 taxonomic groups, the most abundant was Crustacea with 49% and Polychaeta with 43%. 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 (0.21 bits/ind) at station 7 with the highest concentration of MO (9.9%). The equity index showed a high distribution at station 4 (0.70), and the least equity at station 7 (0.19).*

*Moreover, it was registered 24085 ind/m<sup>2</sup>, belonging to 9 taxonomic groups, the most abundant was Polychaeta with 38% and Crustacea with 27% in november. The highest diversity index (2.01 bits/ind) was located at station 1, with a lower concentration of MO (3.8%) and, the lowest diversity index (1.14 bits/ind) at station 6 with a low concentration of MO (1.2%). The equity index was more homogeneous in station 7 (0.87) and least homogeneous in station 4 (0.52).*

*Nineteen species of benthic polychaetes were identified in total, belonging to 14 families for the entire study area. With the current results it can be considered that organic matter (MO) influences in the diversity of species of polychaetes.*

**Keywords:** *Species diversity, Indicator species, Gulf of Guayaquil, Santa Clara Island, Polychaetes, Shannon-Wiener.*

## 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, 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 con poblaciones en número muy altos (Hurtado, Valle, Yturralde y Suárez, 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).

Debido a su abundancia, patrones de vida y formas de alimentación, los poliquetos tienen 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).

La importancia del estudio de los poliquetos bentónicos en la isla Santa Clara es 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, Capaccione, Torres y Porras, 1993).

Antecedentes de las primeras publicaciones sobre la taxonomía de los poliquetos bentónicos en Ecuador fueron realizados por

Monro (1933a, 1933b), quién estudió los poliquetos errantes de las islas Galápagos, durante la expedición del S.Y-St. George, en el Pacífico Tropical, contribuyendo en esta forma a la sistemática y distribución de los poliquetos bentónicos.

Por otro lado, Hartman (1939), reportó una lista sistemática de los poliquetos bentónicos capturados en la zona de Cabo de San Francisco, Manta, isla Salango, isla de la Plata, Salinas, La Libertad, e islas Galápagos, a través de la Expedición Oceanográfica “Allan Hancock” de Baja California entre los años 1933 y 1938 en el Océano Pacífico.

De la misma manera Wellington (1975), elaboró una lista taxonómica de los poliquetos bentónicos recolectados en las islas Galápagos.

En el estudio de Cruz, González, Gualancañay y Villamar (1980), presentan una lista taxonómica de la fauna sublitoral bentónica del Estero Salado, del Golfo de Guayaquil interior, entre los invertebrados se identificaron cinco especies y ocho géneros de poliquetos bentónicos.

De la misma forma Villamar (1986), realizó el estudio taxonómico, y distribución de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil, identificando un total de 11 especies de poliquetos.

Más tarde Villamar (1989), reporta una lista taxonómica de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil, exterior (Canal del Morro y Jambelí), identificando un total de 13 especies de poliquetos.

Finalmente Arroyo y Calderón (2000), identificaron los principales grupos bentónicos incluyendo los poliquetos bentónicos de la zona intermareal de la isla Santa Clara.

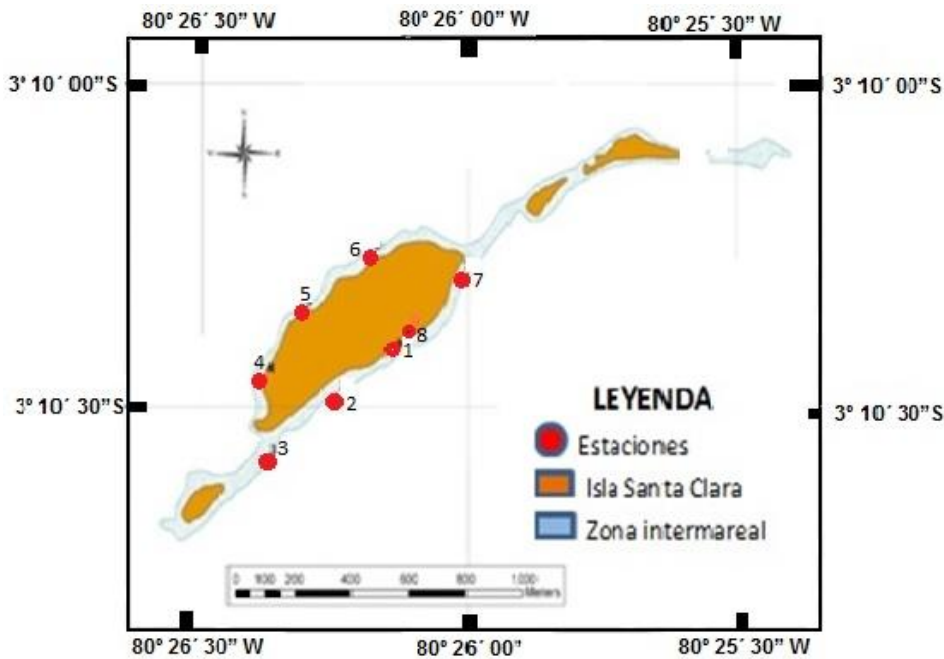
Este estudio tiene como propósito determinar cuali y cuantitativamente los poliquetos y su distribución, ya que desempeñan un papel importante en el ecosistema marino, además

de establecer la relación de los mismos con granulometría y contenido de materia orgánica en los sustratos de la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Área de estudio**

La isla Santa Clara, también conocida como isla del Muerto se encuentra en el Golfo de Guayaquil, Ecuador en dirección sur-oeste, entre las siguientes coordenadas: 3° 10' 05" S y 80°25' 25" W. 3° 10' 05" S y 80° 26' 35" W. 3° 10' 45" S y 80° 26' 35" W. 3° 10' 45" S y 80° 25' 25" W (Figura 1).

**MATERIALES Y MÉTODOS**



**Figura 1.** Área de estudio y estaciones en la zona intermareal de la isla Santa Clara durante septiembre y noviembre de 2007.

**Figure 1.** Study area and stations in the intertidal zone of Santa Clara island during september and november 2007.

Las estaciones se encuentran ubicadas en la zona intermareal del Peñón Mayor o islote Mayor (isla Santa Clara) en las coordenadas presentes en la Tabla 1.

La zona intermareal presenta una plataforma rocosa tipo arenisca y playas estrechas de arena alrededor de la isla, la zona de playa que aparece en bajamar conecta la isla Mayor con los islotes, tanto al norte como al sur (Santana y Dumont, 2000).

**Tabla 1.** Estaciones con sus respectivas coordenadas en la zona intermareal de la isla Santa Clara para el estudio de los poliquetos bentónicos durante los meses de septiembre y noviembre 2007.

Estación	Latitud	Longitud
1	3°10'24``S	80°26'08``W
2	3°10'29``S	80°26'15``W
3	3°10'35``S	80°26'23``W
4	3°10'27``S	80°26'23``W
5	3°10'21``S	80°26'19``W
6	3°10'16``S	80°26'11``W
7	3°10'18``S	80°26'01``W
8	3°10'23``S	80°26'07``W

### Muestreo de Campo

Se realizaron dos muestreos de la macrofauna bentónica marina en septiembre y noviembre 2007. Se determinaron 8 estaciones en la zona intermareal del Peñón Mayor, mediante un posicionador Geográfico por Satélite Garmin 45 (GPS). Con el uso de un flexómetro se midió la zona intermareal en cada una de las estaciones establecidas, desde el límite de la pleamar hasta la bajamar. Para la obtención y recolección de las muestras en la zona intermareal se utilizó un cuadrante de 25 x 25 cm equivalente a 1/16 m<sup>2</sup> (0.0625 m<sup>2</sup>). Luego se tamizó la muestra de limo utilizando tamices con malla metálica de 2 mm, 1 mm y 0.5 mm de diámetro de poro. Los poliquetos bentónicos fueron narcotizados con cristales de mentol y posteriormente fueron fijados con formol al 5% neutralizado con Tetraborato de Sodio (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>).

Otras muestras de sustrato fueron obtenidas para realizar el análisis químico de materia orgánica y para determinar la granulometría; temperatura superficial del mar (TSM), potencial de hidrógeno (pH) y salinidad en el agua del mar. En el laboratorio las muestras

biológicas fueron separadas e identificadas taxonómicamente utilizando las claves de Gosner (1971), Fauchald (1977), Villamar (1983) y Hartman (1968, 1969). Se utilizó un estéreo-microscopio y un microscopio. Luego fueron preservados con alcohol al 70%.

En cada estación se determinó el porcentaje de los individuos y se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (1949) expresada en bits/individuo, aplicando el programa DIVERS y SIMIL en ambiente DOS (FRANJA, 1993); además, se determinó la densidad y uniformidad (equidad), se utilizó el índice de Pielou (Ramírez, 1999), mediante la distribución de la abundancia de las especies. Para el análisis de materia orgánica se utilizó la metodología propuesta por De Miró (1972) y para el análisis granulométrico se utilizó un Granulómetro Laser Máster Siser 2000.

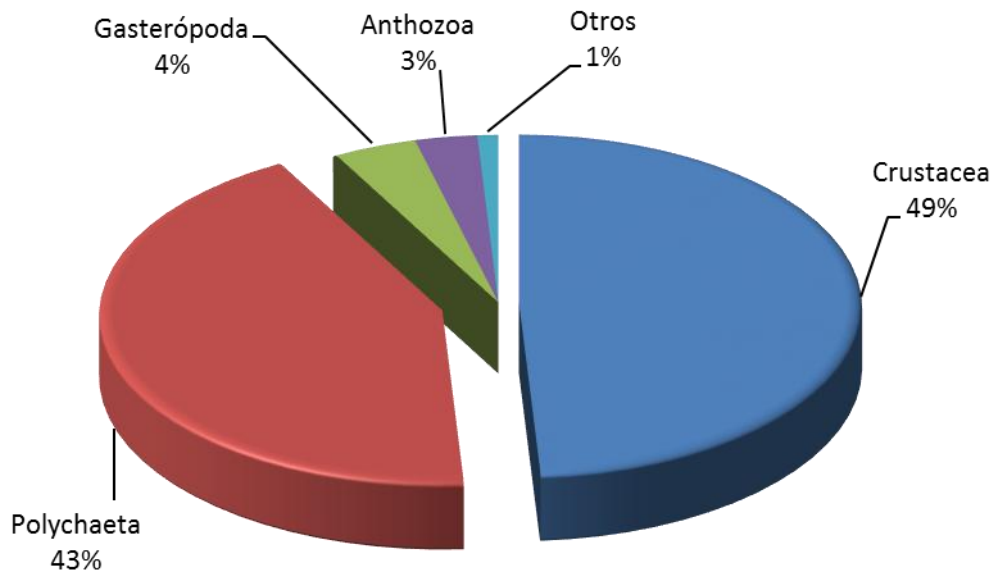
**RESULTADOS**

El promedio de la TSM en la zona intermareal, en septiembre fue de 23.4° C y en noviembre 25.4° C.

El promedio de la salinidad del agua de mar en septiembre fue de 33.9 UPS (Unidades Prácticas de Salinidad) y, en noviembre 33.8 UPS. El potencial de hidrógeno (pH) del agua de mar entre 7 y 8. Por medio del análisis granulométrico se determinó que en el área de estudio predominó la textura arena media. En cuanto a los análisis químicos de los sustratos de la zona intermareal, el valor más alto de materia orgánica fue 9.9%, reportado para la estación 7 ubicada al norte de la isla

donde se observó el mayor aporte de desechos de excrementos de las aves guaneras que habitan en esta zona de estudio. En la estación 6 ubicada al norte de la isla presentó valores menores de 1.22% de materia orgánica con poca presencia de aves.

Se obtuvo durante el mes de septiembre un total de 23570 ind/m<sup>2</sup> macrobentónicos, perteneciente a 10 grupos taxonómicos. El más abundante fue Crustacea con el 49%, seguido por Polychaeta con el 43%, Gasterópoda con el 4%, Anthozoa con el 3% y, corresponde a otros con menos de 1% como Polyplacophora, Phascolosomatidae, Bivalvia, Turbellaria, Nemátoda y Ophiuroidea (Figura 2).

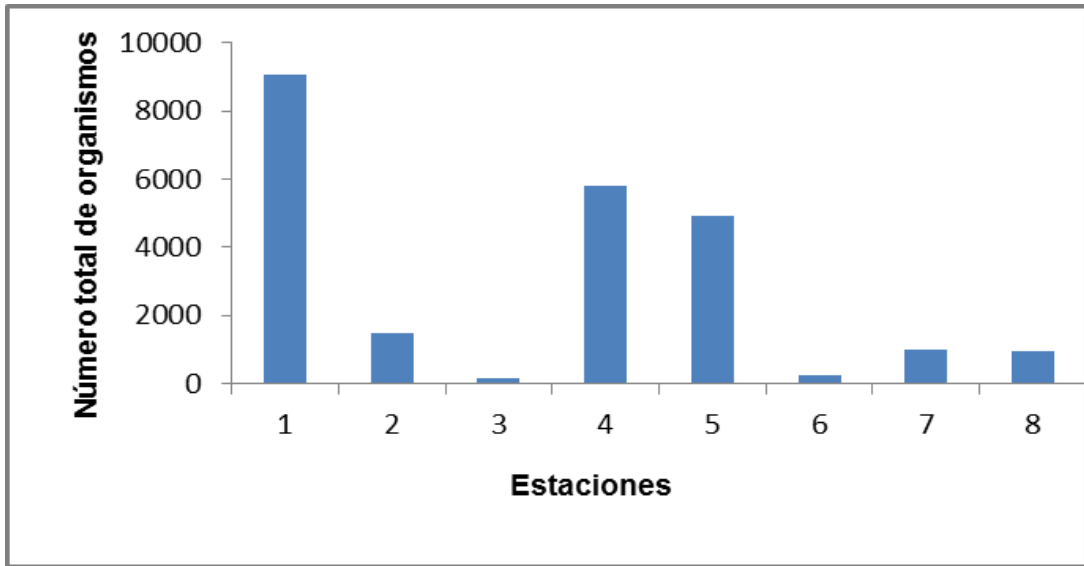


*Figura 2.* Abundancia relativa porcentual (%) de la macrofauna bentónica total de septiembre 2007.

*Figure 2.* Percentage relative abundance (%) of the total benthic macrofauna of september 2007.

Durante septiembre las estaciones con mayor abundancia de poliquetos fueron en la estación 1 con 9069 ind/m<sup>2</sup>, estación 4 con 5798 ind/m<sup>2</sup>, la estación 5 con 4901 ind/m<sup>2</sup> y, la estación 2 con 1471 ind/m<sup>2</sup>. Mientras que

las de menor abundancia en la estación 7 presentaron 987 ind/m<sup>2</sup>, la estación 8 con 961 ind/m<sup>2</sup> y, las estaciones con valores más bajos fueron la estación 6 con 244 ind/m<sup>2</sup> y la estación 3 con 139 ind/m<sup>2</sup> (Figura 3).

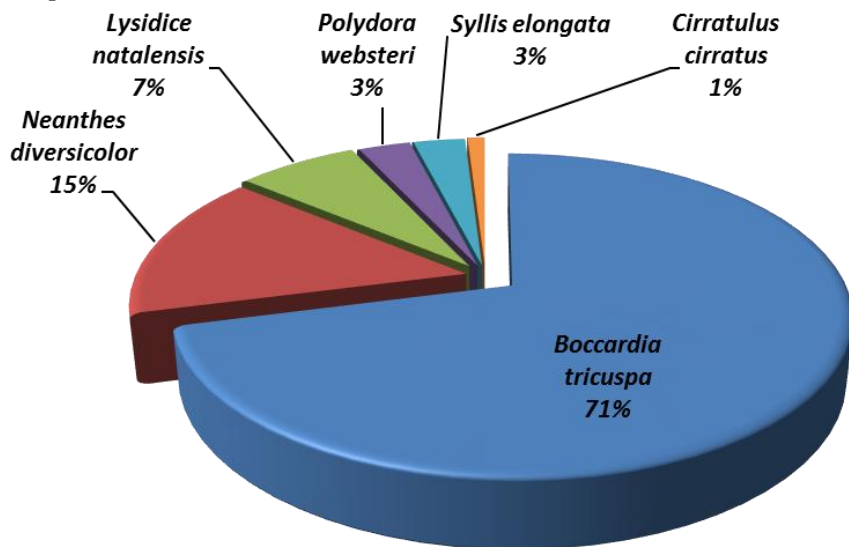


**Figura 3.** Número total relativo (ind/m<sup>2</sup>) de individuos bentónicos registrados durante septiembre del 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 3.** Relative total number (ind/m<sup>2</sup>) of benthic individuals registered during september 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

Se identificaron 11 especies de poliquetos bentónicos en la zona intermareal, seis especies corresponden a **Sedentarios**: *Polydora websteri*, *Boccardia tricuspa*, *Megalomma quadrioculatum*, *Cirratulus cirratus*, *Notodasus magnus*, *Notomastus abyssalis*. Y cinco corresponden a **Errantes**: *Syllis elongata*, *Lysidice natalensis*, *Anaitides madeirensis*, *Neanthes diversicolor* y *Pareurythoe spirocirrata*.

La especie *Boccardia tricuspa* es de vida sedentaria, fue la de mayor distribución porcentual con 71%, seguido de *Neanthes diversicolor* con el 15%, *Lysidice natalensis* con el 7% y las especies que se reportaron con menor distribución porcentual fueron *Polydora websteri* y *Syllis elongata* con el 3%, y con valores de 1% *Cirratulus cirratus* (Figura 4).

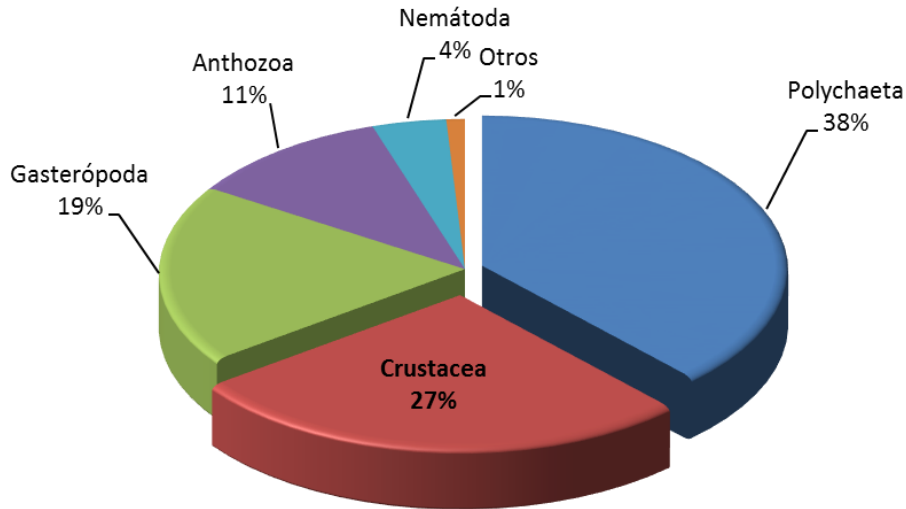


**Figura 4.** Abundancia relativa porcentual (%) de las especies de poliquetos bentónicos, registrados durante septiembre del 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 4.** Percentage relative abundance (%) of the benthic polychaete species, registered during september 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

En el mes de noviembre se determinó un total de 24085 ind/m<sup>2</sup>, perteneciente a 9 grupos taxonómicos. La más abundante fue Polychaeta con 38%, seguido por Crustacea

con 27%, Gasterópoda con 19%, Anthozoa con 11%, Nemátoda con 4% y como otros con menos del 1% Turbellaria, Bivalvia, Polyplacophora y Echinoidea (Figura 5).

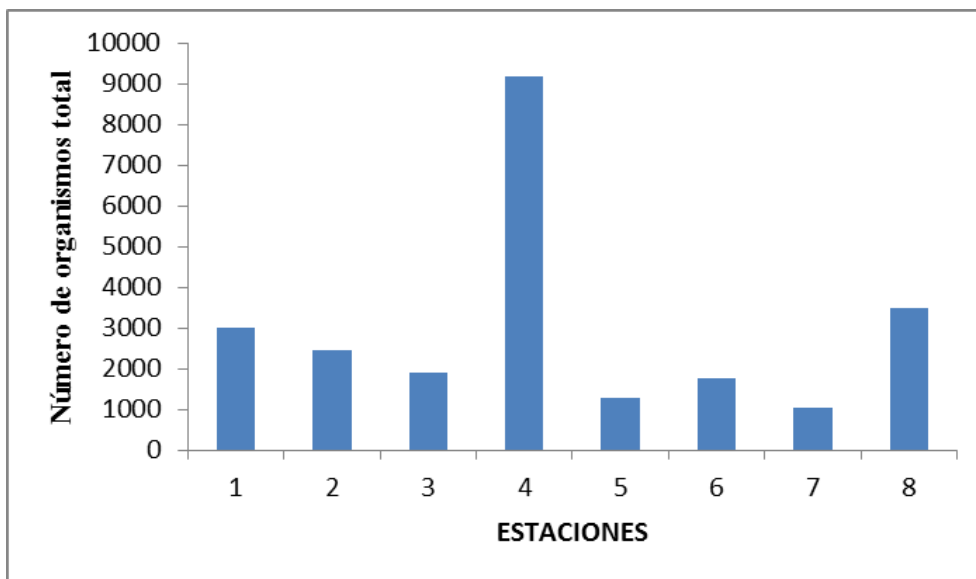


**Figura 5.** Abundancia relativa porcentual (%) de la macrofauna bentónica, durante noviembre del 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 5.** Percentage relative abundance (%) of the benthic macrofauna, during november 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

El área con mayor cantidad de individuos correspondió a la estación 4 con 9166 ind/m<sup>2</sup>, seguida de la estación 8 con 3490 ind/m<sup>2</sup>, la estación 1 con 2993 ind/m<sup>2</sup> y la estación 2 con 2442 ind/m<sup>2</sup>. Mientras que en la estación 3

presentó un total de 1907 ind/m<sup>2</sup>, la estación 6 presentó un total de 1756 ind/m<sup>2</sup>, la estación 5 presentó un total de 1285 ind/m<sup>2</sup> y la estación 7 presentó la menor cantidad 1046 ind/m<sup>2</sup> (Figura 6).



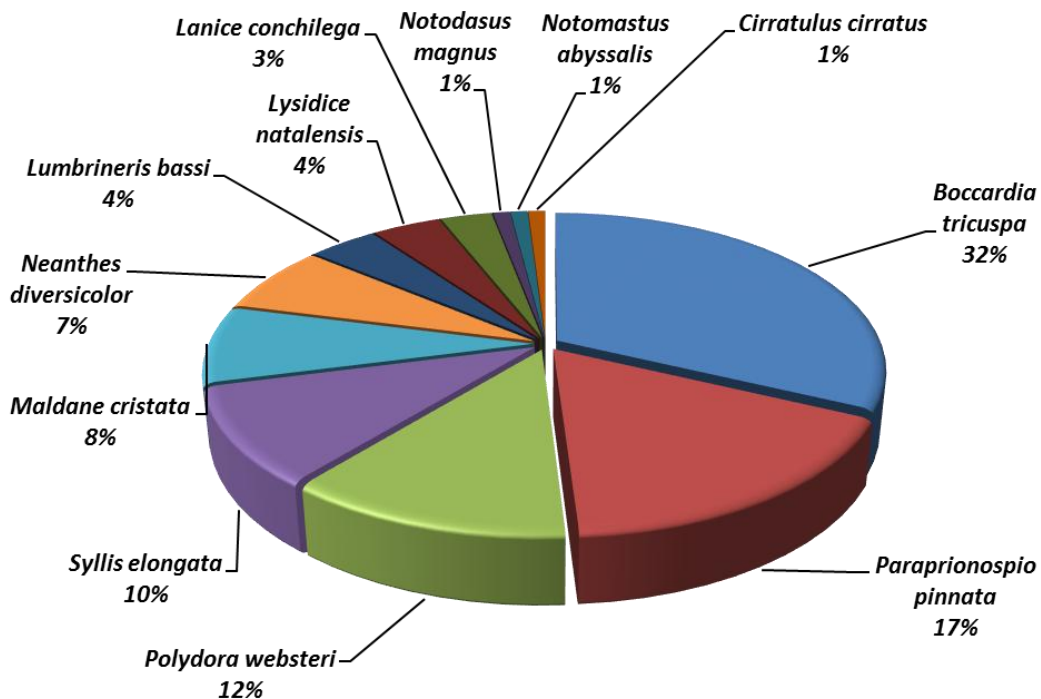
**Figura 6.** Número total relativo (ind/m<sup>2</sup>) de individuos bentónicos registrados durante noviembre de 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 6.** Relative total number (ind/m<sup>2</sup>) of benthic individuals registered during november 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.



Para este mismo mes de noviembre se identificaron 19 especies de poliquetos bentónicos, nueve pertenecen a **Sedentarios**: *Polydora websteri*, *Maldane cristata*, *Boccardia tricuspa*, *Cirratulus cirratus*, *Paraprionospio pinnata*, *Notodasus magnus*, *Megalomma quadrioculatum*, *Notomastus abyssalis*, *Lanice conchilega*, y 10 **Errantes**: *Syllis elongata*, *Eunice antennata*, *Lysidice natalensis*, *Arabella iricolor*, *Anaitides madeirensis*, *Pareurythoe spirocirrata*, *Neanthes diversicolor*, *Lumbrineris bassi*, *Ceratonereis mirabilis* y *Nephtys singularis*.

Las especies que reportan mayor distribución porcentual fueron *Boccardia tricuspa* (32%), *Paraprionospio pinnata* (17%), *Polydora websteri* (12%), *Syllis elongata* (10%), *Maldane cristata* (8%) y *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* (3%). Además, especies que reportaron valores de 1% como *Notodasus magnus*, *Notomastus abyssalis* y *Cirratulus cirratus* (Figura 7).



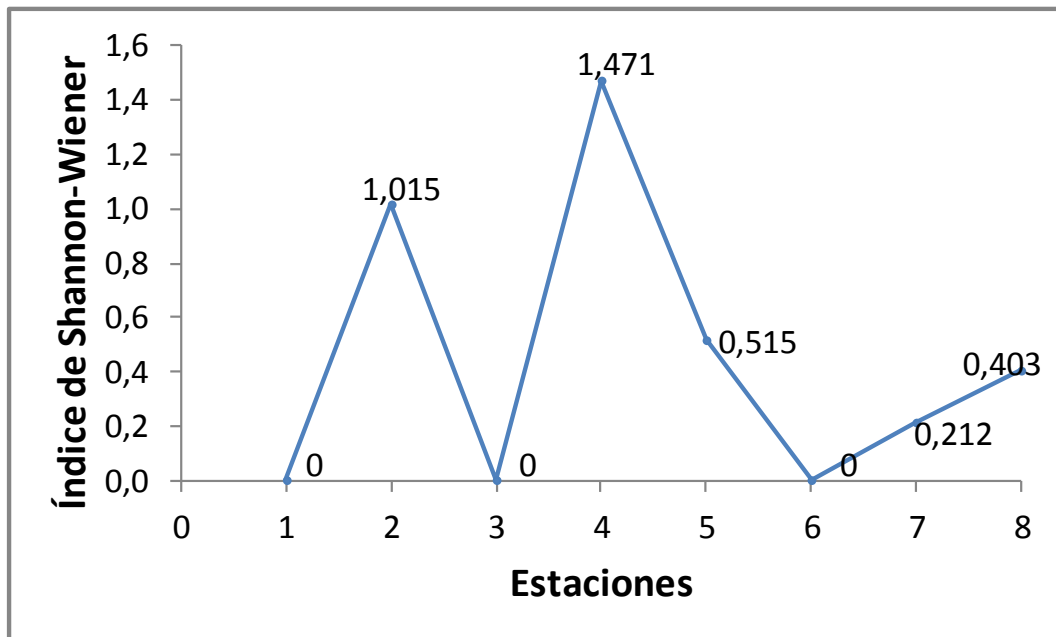
**Figura 7.** Abundancia relativa porcentual (%) de especies de poliquetos bentónicos registrada durante noviembre del 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 7.** Percentage relative abundance (%) of benthic polychaete species recorded during november 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

### Índice de Shannon-Wiener (H)

El análisis de diversidad de Shannon-Wiener durante el mes de septiembre registró el mayor valor de diversidad biológica en la estación 4 con 1.471 bits/ind, cuyo sustrato se caracterizó por ser tipo rocoso. El área con

menor diversidad fueron la estación 5 con 0.515 bits/ind, la estación 8 con 0.403 bits/ind y la estación 7 con 0.212 bits/ind (Figura 8).

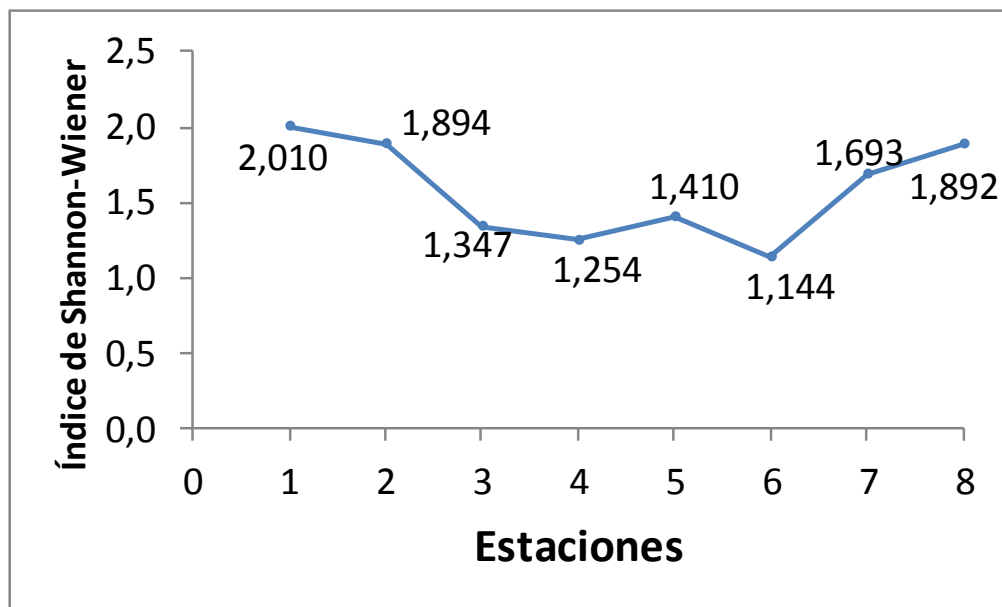


**Figura 8.** Índice de diversidad de Shannon-Wiener, en las especies de poliquetos bentónicos registrado durante septiembre de 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 8.** Shannon-Wiener diversity index, in benthic polychaete species recorded during september 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener durante el mes de noviembre con la mayor diversidad de poliquetos bentónicos de 2.010 bits/ind en la estación 1, cuyo sustrato se caracterizó por ser rocoso y coincidió con la

época de marea de sicigia, seguido de las estaciones 2 y 8 con 1.892 bits/ind. El área con menor diversidad fue la estación 6 con 1.144 bits/ind (Figura 9).



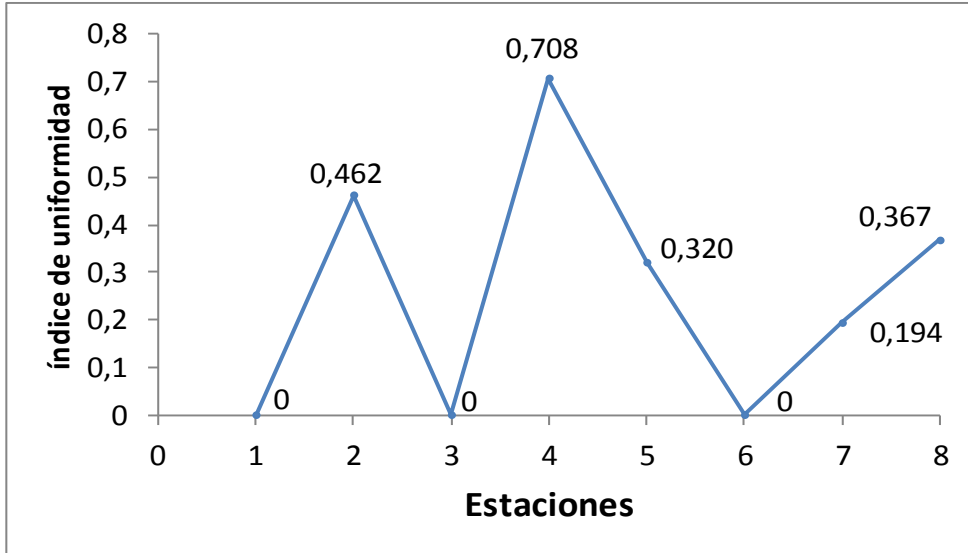
**Figura 9.** Índice de diversidad de Shannon-Wiener, en las especies de poliquetos bentónicos durante noviembre de 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 9.** Shannon-Wiener diversity index, in benthic polychaete species during november 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

**Índice de uniformidad (E)**

En el mes de septiembre la distribución no fue homogénea. La estación que presentó la

distribución de mayor uniformidad fue la estación 4 (0.708), y con menor uniformidad en la estación 7 (0.194) (Figura 10).

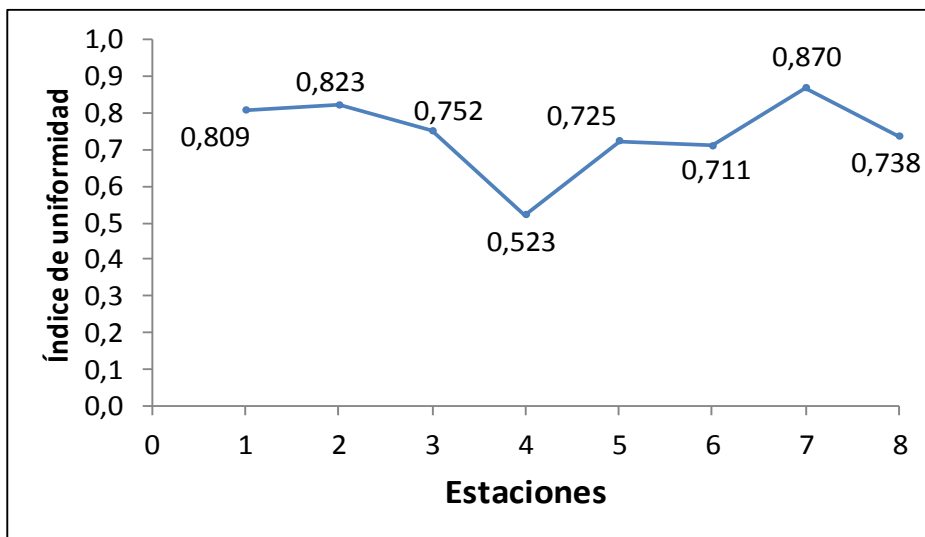


**Figura 10.** Índice de Uniformidad (E), en las especies de poliquetos bentónicos registrados durante septiembre de 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 10.** Uniformity Index (E), in benthic polychaete species recorded during september 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

Durante el mes de noviembre la distribución fue muy homogénea. Las estaciones que presentaron distribución con mayor uniformidad fueron las estaciones 7, 2 y 1 con

valores de 0.870, 0.823 y 0.809 respectivamente. La estación 4 con menor uniformidad de 0.523 (Figura 11).



**Figura 11.** Índice de uniformidad (E), en las especies de poliquetos bentónicos registrados durante noviembre de 2007, en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

**Figure 11.** Uniformity index (E), in benthic polychaete species recorded during november 2007, in the intertidal zone of Santa Clara island.

**Relación de las especies de poliquetos, entre la materia orgánica (MO) y la textura del sustrato en el mes de septiembre**

La especie *Boccardia tricuspa* (Spionidae) estuvo presente y más abundante en todas las estaciones muestreadas. En la zona sur de la isla, estación 4 se reportaron 3 especies con mayor porcentaje de individuos como *Boccardia tricuspa*, *Neanthes diversicolor* y

*Lysidice natalensis*, con sustrato tipo limo (2.72%), y concentración de MO (1.89%).

En la zona norte de la isla, estación 7 se obtuvo la mayor abundancia de la especie *Boccardia tricuspa*, con concentración de MO (9.9%), con predominio de arena (100%); las estaciones que no se encontraron especies de poliquetos fueron 1, 3 y 6 (Figuras 12 y 13).

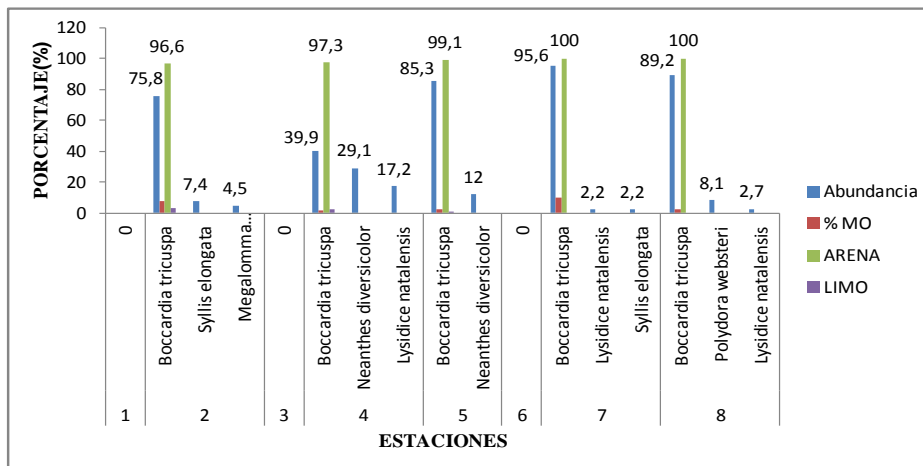


Figura 12. Relación de la abundancia porcentual de poliquetos, materia orgánica y textura del sustrato de la zona intermareal de la isla Santa Clara, septiembre 2007.

Figure 12. Relation of the percentage abundance of polychaetes, organic matter and texture of the substrate of the intertidal zone of Santa Clara island, september 2007.

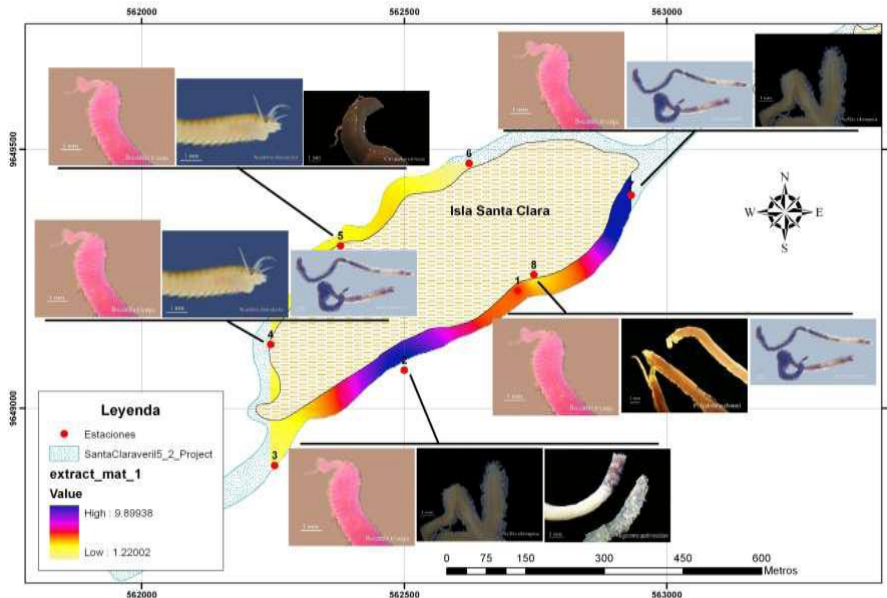
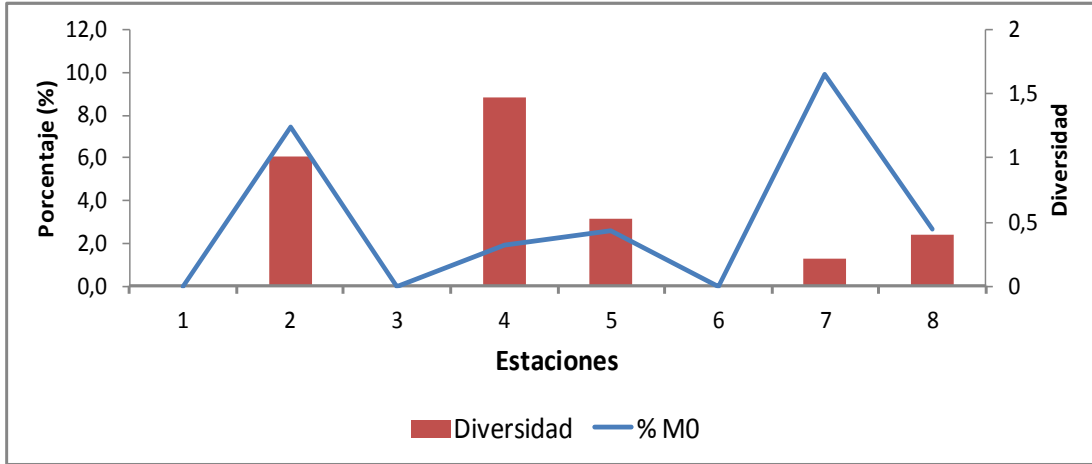


Figura 13. Distribución de las especies de poliquetos con relación a la materia orgánica en la zona intermareal de la isla Santa Clara, durante septiembre de 2007.

Figure 13. Distribution of polychaete species in relation to organic matter in the intertidal zone of Santa Clara island, during september 2007.

El valor más alto de diversidad 1.47 bits/ind, se encontró en la estación 4 en sustratos de concentración de MO (1.9%), y con menor valor de diversidad 0.21 bits/ind en la estación 7, con concentración de MO (9.9%).

Se observó que en la estación 2 también se reportan valores altos de diversidad (1 bits/ind) y de MO (7.5%). Además, en las estaciones 1, 3 y 6 no se encontraron poliquetos (Figura 14).

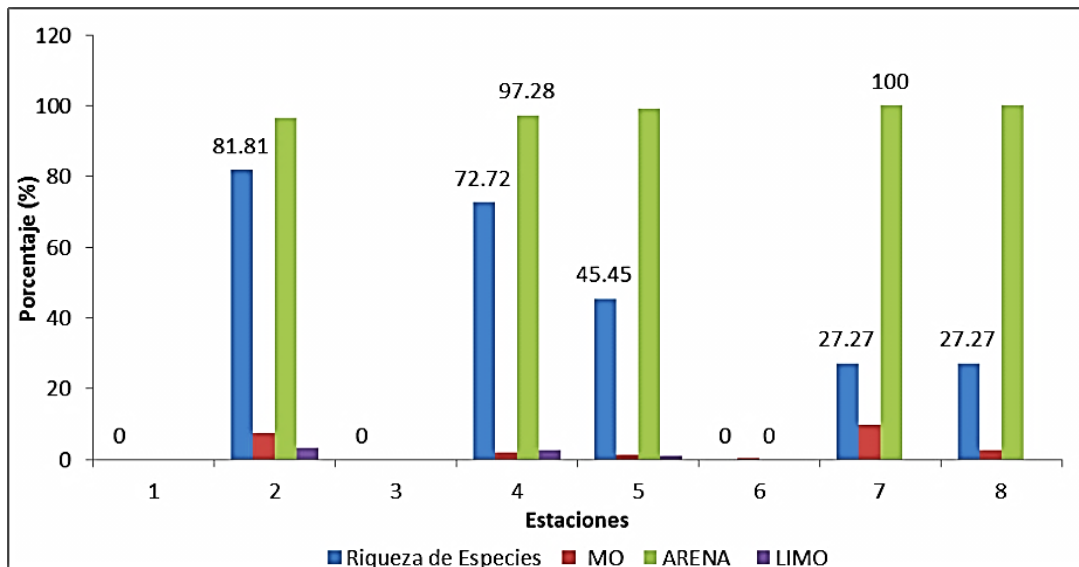


**Figura 14.** Relación de la materia orgánica y la diversidad de poliquetos, de la zona intermareal de la isla Santa Clara, septiembre 2007.

**Figure 14.** Relation of organic matter and polychaete diversity of the intertidal zone of Santa Clara island, september 2007.

La mayor riqueza de especies fue en la estación 2 (81.81%) en sustratos con valores de limo (3.4%) y la concentración de MO (7.5%); la menor riqueza de especie fue en la

estación 7 y 8 (27.27%) con concentración de MO (9.9% y 2.7%) respectivamente, y de arena 100% (Figura 15).



**Figura 15.** Relación de la riqueza de especies, materia orgánica y la textura del sustrato, de la zona intermareal de la isla Santa Clara, septiembre 2007.

**Figure 15.** Relation of species richness, organic matter and substrate texture, of the intertidal zone of Santa Clara island, september 2007.

**Relación de las especies de poliquetos, entre la materia orgánica (MO) y la textura del sustrato en el mes de noviembre**

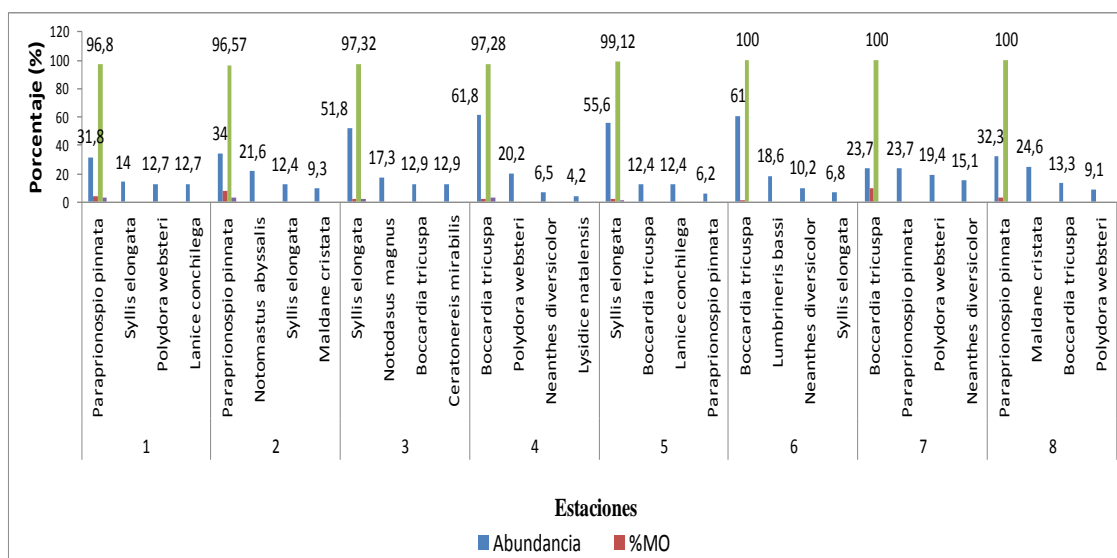
En general en toda el área estudiada las especies de poliquetos más abundantes fueron: *Paraprionospio pinnata* (Est. 1, 2 y 8), *Syllis elongata* (Est. 3 y 5) y *Boccardia tricuspa* (Est. 4, 6 y 7).

Se reportan para la parte sur de la isla estación 3: *Syllis elongata*, *Notodasus magnus*, *Boccardia tricuspa* y *Ceratonereis mirabilis*, en sustrato con valor de limo (2.68%), y la concentración de MO (2%).

En la parte norte de la isla estación 7 las especies más representativas fueron:

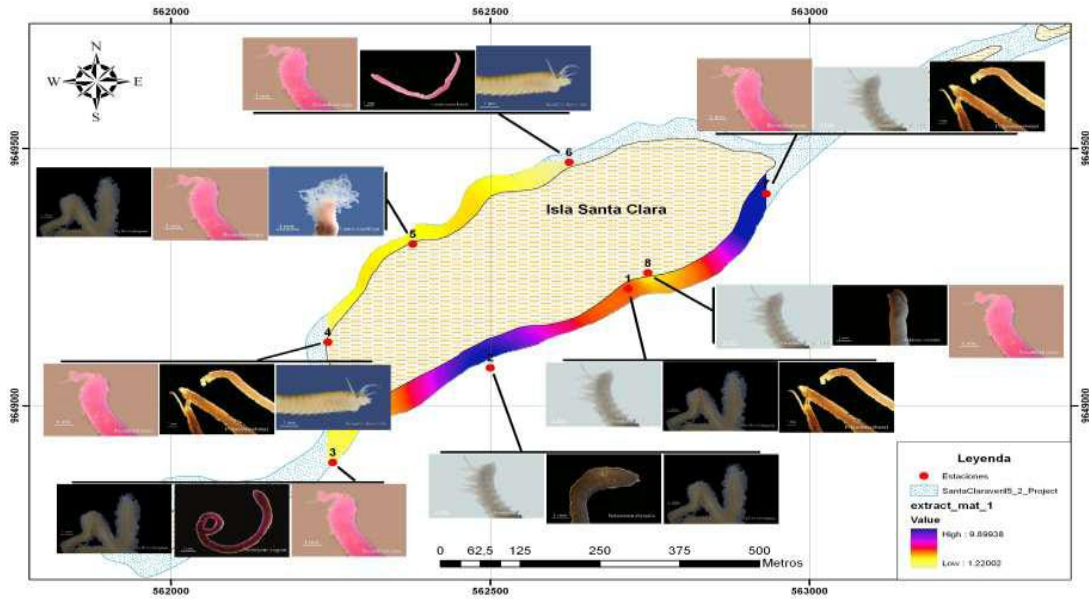
*Boccardia tricuspa*, *Paraprionospio pinnata*, *Polydora websteri* y *Neanthes diversicolor*, en sustrato con MO (9.9%) y arena (100%); en cambio en la estación 6 la especie más abundante fue *Boccardia tricuspa*, en sustrato con concentración MO (1.22%) y arena (100%).

En general las estaciones que se ubican en la parte sur (1, 2, 3 y 4) de la isla presentaron sustratos con limo entre 3.42% y 2.72% combinado con arena entre 96.8% y 97.28%, mientras que las estaciones ubicadas al norte de la isla (5, 6, 7 y 8) los sustratos presentaron valores entre 99.12% y 100% de arena; con valores bajos de limo 0.88% (Figuras 16 y 17).



**Figura 16.** Relación de la abundancia porcentual de poliquetos, materia orgánica y textura del sustrato de la zona intermareal de la isla Santa Clara, noviembre 2007.

**Figure 16.** Relation of the percentage abundance of polychaetes, organic matter and texture of the substrate of the intertidal zone of Santa Clara island, november 2007.

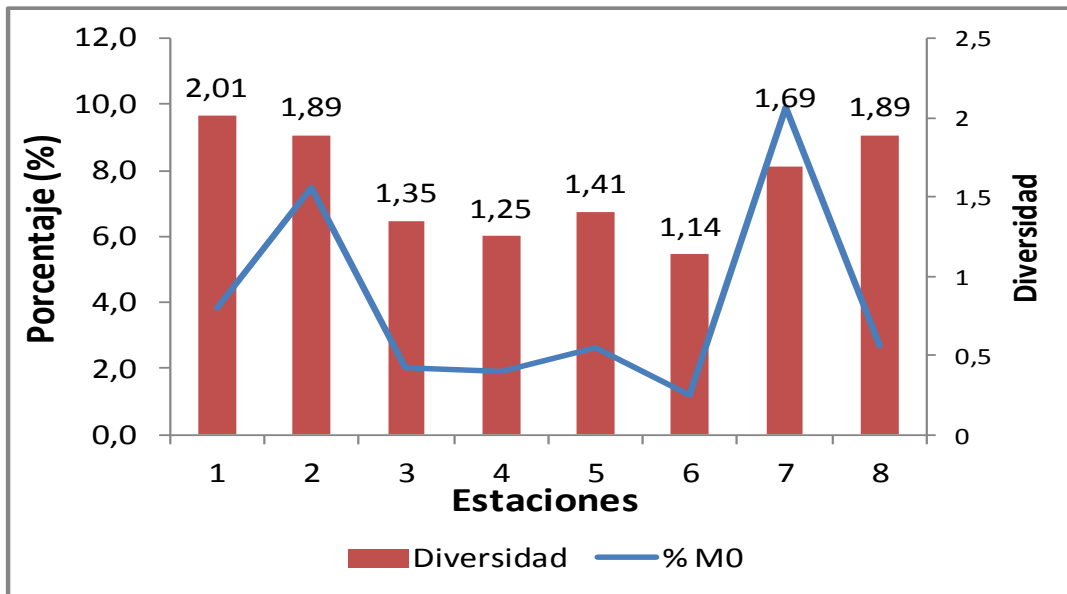


**Figura 17.** Distribución de las especies de poliquetos con relación a la materia orgánica en la zona intermareal de la isla Santa Clara, durante noviembre de 2007.

**Figure 17.** Distribution of polychaete species in relation to organic matter in the intertidal zone of Santa Clara island, during november 2007.

Se observaron valores altos de diversidad (2.01bits/ind) en la estación 1 en sustrato con bajas concentraciones de MO (3.8%). Los valores bajos de diversidad (1.14 bits/ind),

fue observado en la estación 6 con baja concentración de MO (1.2%), si la comparamos con la estación 7 con alta concentración de MO 9.9% (Figura18).



**Figura 18.** Relación de la materia orgánica y la diversidad de poliquetos, de la zona intermareal de la isla Santa Clara, noviembre 2007.

**Figure 18.** Relation of organic matter and polychaete diversity, of the intertidal zone of Santa Clara island, november 2007.

La mayor riqueza de especies se observó en la estación 8 (68.42%), donde predominó el

sustrato tipo arena (100%) y baja concentración de MO (2.40%); en cambio la



concentración de limo fue alta (3.20%). Asimismo, la menor riqueza de especie fue en la estación 6 (26.32%), con valores bajos de MO (1.22%) y arena (100%); mientras que en

la estación 7 con baja riqueza de especies existe una alta concentración de MO (9.9%) y arena 100% (Figura 19).

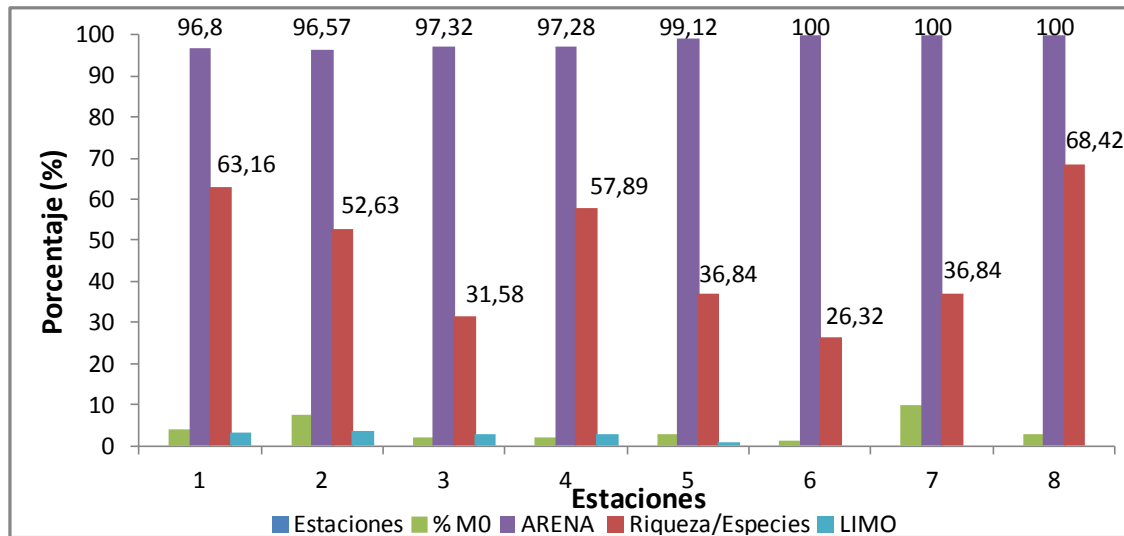


Figura 19. Relación de la riqueza de especies, materia orgánica y la textura del sustrato, de la zona intermareal de la isla Santa Clara, noviembre 2007.

Figure 19. Relation of species richness, organic matter and substrate texture, of the intertidal zone of Santa Clara island, november 2007.

### DISCUSIÓN

De acuerdo a los parámetros físicos, químicos y biológicos registrados durante la época seca entre los meses de septiembre y noviembre de 2007, y con relación a la biodiversidad marina en la zona intermareal de la isla Santa Clara ésta es relativamente abundante, principalmente entre las rocas, y con baja diversidad en los sustratos arenosos donde se observó pocos organismos macrobentónicos.

La temperatura superficial del agua del mar en la zona intermareal de la isla Santa Clara fue de 23.4° C en septiembre, y 23.2° C en noviembre, estos promedios registrados se encuentran dentro del rango que indica Stevenson (1981) que la TSM en el Golfo de Guayaquil durante la estación seca, varía desde 25° C hasta 22° C en el estuario interior. La salinidad promedio del agua del mar (UPS) en la zona intermareal de la isla Santa Clara fue de 33.9 UPS en septiembre y 33.8 UPS en noviembre.

Las variaciones estacionales de salinidad difieren notablemente en los estuarios interior y exterior debido a que el primero está significativamente influenciado por el aporte de agua dulce. Según Stevenson (1981) durante la estación seca la salinidad superficial disminuye desde 34-35 UPS en el interior del estuario del Golfo de Guayaquil entre 28 y 30 UPS al norte de la isla Puná, mientras que Pesantes y Pérez (1982) reportan para el Canal de Jambelí un incremento de salinidad desde el estuario interior al exterior. De acuerdo a Pesantes (1975) la salinidad superficial del agua fluctúa entre 22.8 UPS y 31.68 UPS, este parámetro cambia de la estación seca a la lluviosa.

Asimismo, el pH del agua del mar en la zona intermareal de la isla Santa Clara presentó un rango entre 7 y 8 que corresponden a aguas homogéneas, ligeramente alcalinas. De acuerdo a Stevenson (1981) la isla Santa Clara recibe aporte de aguas estuarinas del Golfo de Guayaquil por esta razón la concentración del potencial de hidrógeno



(pH) en un estuario es importante para la determinación del grado de descomposición y remineralización de los compuestos orgánicos.

Las características y distribución del sustrato superficial en la zona intermareal de la isla Santa Clara están dominadas por la presencia de arena con un tamaño que varía de fino a medio y son depositados por las olas en la zona intermareal. Sin embargo, la característica dinámica del área hace que la ubicación de otros sustratos como el limo se encuentre en menor cantidad. La isla Santa Clara se encuentra formada por capas sedimentarias bien estratificadas de la formación Puná Superior que incluye dos unidades diferentes: la base formada por areniscas marinas verdosas y limolitas de ambiente marino sublitoral; y la parte superior formada por areniscas amarillas y conglomerados con conchas transportadas de ambiente litoral a deltaico (Vera, 1982; Benítez, 1975; Moreira, 2001; Santana y Dumont, 2000; Dumont y Santana, 2005).

La mayor concentración de materia orgánica fue de 9.9% principalmente en la estación 7 y en menor cantidad en la estación 6 con 1.22%.

De acuerdo a Moreira (2001) el material detrítico que se encuentra en la isla Santa Clara es aportado por el río Guayas, y otros ríos provenientes del sur del continente. De la misma manera Jácome y Llanos (1987) mencionan que niveles más altos de materia orgánica 10%, han estado restringidos a los sustratos de profundidad tipo limoso-arcilloso de la isla Santa Clara.

Un total de 19 especies de poliquetos bentónicos se identificaron los cuales pertenecen a 14 familias: Spionidae, Nereidae, Eunicidae, Syllidae, Maldanidae, Lumbrineridae, Terebellidae, Cirratulidae, Sabellidae, Capitellidae, Amphinomidae, Arabellidae, Phyllodocidae y Nephtyidae, que habitan en la zona intermareal. Estos resultados demuestran que en la zona

intermareal de la isla Santa Clara presenta una alta diversidad de especies de poliquetos.

De acuerdo a la bibliografía consultada son escasas las investigaciones sobre poliquetos en la zona intermareal de la isla Santa Clara. Pero de acuerdo a Villamar (1983, 1986, 1989) la zona intermareal arenosa y rocosa estudiada difiere cuali y cuantitativamente de las especies identificadas en el fondo submareal del Golfo de Guayaquil, lugar en donde predominan los sustratos limosos y limo arenoso.

Al analizar las especies identificadas en la zona de estudio encontramos que éstas se presentan distribuidas uniformemente en todas las estaciones, siendo la especie dominante y frecuente *Boccardia tricuspa* con el 71% en septiembre; mientras que en noviembre la especie más frecuente fue *Boccardia tricuspa* con el 32%.

Con respecto a los bioindicadores de contaminación orgánica, las especies representadas mayoritariamente son *Boccardia tricuspa* y *Paraprionospio pinnata* que se benefician de los aportes orgánicos posiblemente de las aves que anidan en el área de estudio.

En cuanto a los estudios sobre el índice de Shannon-Wiener para determinar la diversidad biológica en la costa ecuatoriana, se cita a Villamar (2005) con el estudio de la zona intermareal de la Provincia de Esmeraldas y Manabí quien encontró la mayor diversidad en el sustrato rocoso en Barbasquillo (1.91 bits), y en Jaramijó (1.72 bits) mayormente en sustrato arenoso. De la misma forma Villamar (2009) determinó en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Santa Elena, la mayor diversidad en Salinas (1.8 bits) y, en la zona submareal a 10 m de profundidad en la estación 18 (2.1 bits). Si comparamos los resultados obtenidos en esta investigación determinamos que la mayor diversidad (1.47 bits/ind) se ubicó en la estación 4 sitio de menor concentración de materia orgánica (1.9%). Mientras que la menor diversidad (0.21 bits/ind) en la

estación 7 sitio con mayor concentración de materia orgánica (9.9%).

Con relación a la materia orgánica y la textura del sedimento, se reporta que la especie *Boccardia tricuspa* (Spionidae) se presentó en todas las estaciones muestreadas y es la más abundante durante el mes de septiembre. En la parte sur de la isla en la estación 4 la presencia de algunas especies que se muestran especialmente abundante en esta zona, como *Boccardia tricuspa*, *Neanthes diversicolor* y *Lysidice natalensis*, estarían relacionadas con la mayor presencia de limo (2.72%) y la menor concentración de materia orgánica (1.9%). Mientras que en la estación 7 la especie *Boccardia tricuspa* es abundante, y está relacionada con la mayor presencia de arena (100%) y la mayor concentración de materia orgánica (9.9%), con mayor salinidad y menor temperatura y pH.

En el mes de noviembre las especies más abundantes fueron: *Paraprionospio pinnata* (Est. 1, 2 y 8), mientras que *Syllis elongata en las estaciones 3 y 5*, *Boccardia tricuspa* (Est. 4, 6 y 7). En la zona sur de la isla estación 3 se destaca la presencia de algunas especies abundante como *Syllis elongata*, *Notodasus magnus*, *Boccardia tricuspa* y *Ceratonereis mirabili*; estas especies estarán relacionadas con la mayor presencia de limo (2.68%) y la menor concentración de materia orgánica (2%). En la zona norte de la isla la estación 7 con las especies abundantes *Boccardia tricuspa*, *Paraprionospio pinnata*, *Polydora websteri* y *Neanthes diversicolor* mientras que la concentración de materia orgánica fue mayor (9.9%) y predominando la arena (100%).

## CONCLUSIONES

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

Amphinomidae (1 sp.), Arabellidae (1 sp.), Phyllodocidae (1 sp.) y Nephtyidae (1 sp.).

Estos valores demuestran que existe una relativa baja diversidad de poliquetos en el área de estudio. Asimismo en toda el área estudiada en la zona intermareal la abundancia de la macrofauna bentónica es relativamente alta con 23570 ind/m<sup>2</sup> que corresponden a 10 grupos taxonómicos.

Se concluye además, que la hipótesis planteada es positiva, porque las especies *Boccardia tricuspa* y *Paraprionospio pinnata* son considerados bioindicadores de materia orgánica, para su alimentación se benefician de los aportes orgánicos presentes en la zona intermareal de la isla Santa Clara.

Se ha determinado de acuerdo a los resultados obtenidos y los análisis de los índices de diversidad y uniformidad que la mayor diversidad durante el mes de septiembre se ubicó en la estación 4 con 1.47 bits/ind y 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 la estación con menor diversidad fue la estación 6 con 1.14 bits/ind., demostrando que existe cierta similitud en los dos meses muestreados.

También es importante mencionar que las especies con mayor número de individuos fueron capturadas en el sustrato rocoso asociados a otros invertebrados marinos, de esta forma se contribuye al conocimiento del hábitat de los poliquetos bentónicos de la isla Santa Clara. Se ha determinado las características y la distribución de los sustratos que está dominado por la presencia de arena (97%) y limo (3%). Así mismo que la mayor concentración de materia orgánica se debe al aporte de las heces fecales de las aves marinas que anidan en el área de estudio. Con los resultados obtenidos se puede considerar que la materia orgánica (MO) influye en la diversidad de especies de poliquetos.

## AGRADECIMIENTOS

A los señores directivos del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR), a la Comisión Nacional del Derecho del Mar (CONVEMAR) por permitirme realizar esta investigación en sus instalaciones y por brindarme el apoyo logístico de equipos y material necesario para llevar a cabo esta investigación. De igual manera al Ing. Geólogo MSc. Miguel González, al Biól. Dimitri Piedra, al Dr. Antonio Rodríguez, al Geól. Ángel Chávez y, al Dr. Francisco Villamar Fernández por su tutoría y lectura del manuscrito.

## REFERENCIAS

- Aerts, K., Vanagt, T., Degraer, S., Guartatanga, S., Wittoeck, J., Fockedy, N., Cornejo-Rodriguez, M., Calderón, J., Vinex, M. (2004).** Macrofaunal community structure and zonation of an Ecuadorian sandy beach (bay of Valdivia). Belgica. *Journal of Experimental Zoology*. 134 (1): 17-24.
- Arroyo, F. y Calderón, T. (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 (EDC). 1-30.
- Benítez, S. (1975).** Morfología y sedimentos del Golfo de Guayaquil. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica (ESPOL). 1-170.
- Cruz, M., Cornejo, M., Gualancañay, E., Villamar, F. (1980).** Lista de la fauna sublitoral bentónica del estero Salado inferior, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR*. 1(1): 82-96.
- De Miró, M. (1972).** Manual de geología marina. *Publicación, INOCAR*. Guayaquil. 137-163.
- Díaz, V. (2003).** Importancia ecológica de los poliquetos. Departamento De Ecología, Cicese. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/2003/10/27/ecopolique.html>.
- Dumont, J. F., y Santana, E. (2005).** Morphological and microtectonic analysis of quaternary deformation from Puná and Santa Clara islands, Gulf of Guayaquil, Ecuador (South America). *Tectonophysics*. 399 (1): 331-350.
- Fauchald, K. (1977).** The polychaete works definitions and keys to the orden, families and genera. Natural History Museum of the Los Angeles County. In conjunction with the Allan Hancock Foundation University of Southern California. *Science*. 28: 1-180.
- Franja. (1993).** Programa Computacional SIMIL, MS-DOS.
- Gosner, L. K. (1971).** Guide to identification of marine and estuarine invertebrate. Edición John Wiley- Sons, INC. New York, (No. Sirsi) i9780471318972): 1-693.
- Hartman, O. (1939).** Polychaetous Annelids. Part. I. Aphroditidae to Pisionidae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. 7 (1): 1-170.
- Hartman, O. (1968).** Atlas of the errantiate polychaetous Annelids from Californis. Allan Hancock Foundation. University of Southern California. Los Angeles. 2: 1-828.
- Hartman, O. (1969).** Atlas of the sedentariate polychaetous Annelids from Californis. Allan Hancock Foundation. University of Southern California. Los Angeles. 5: 1-808.
- Hurtado, M., Valle, C., Yturralde, G., Suárez, H. (1998).** La isla Santa Clara: Potencial Nueva Área Marina y Costera protegida en el Ecuador, Guayaquil, Ecuador. Consultoría en Gestión Ambiental Marina-Costera. 8-28.

- Jácome, M. y Llanos, L. (1987).** Estudio Geoquímico de los sedimentos en el canal de Jambelí. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador. 4 (1): 191-203.
- Monro, C. C. A. (1933a).** The polychaeta errantia Collected By Dr.C. Crossland At Colon in the Panamá región and the Galápagos island during the expedition of the S.Y. St. George. *Proceeding of the Zoological Society of London*. 36: 1-96.
- Monro, C. C. A. (1933b).** The polychaeta sedentaria Collected By Dr. C. Crossland at Colon in the Panamá región and the Galápagos island during the expedition of the S.Y. St. George. *Proceeding of the Zoological Society of London*. 36: 1039-1092.
- Moreira, L. (2001).** Enfoque geodinámico de la isla Santa Clara del Golfo de Guayaquil. Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). 1-116.
- Pesante, F. (1975).** Distribución de las propiedades físicas y químicas del Golfo de Guayaquil. *Revista Comisión Permanente del Pacífico Sur*. 3: 21-37.
- Pesantes, F., y Pérez, E. (1982).** Condiciones Hidrográficas y Químicas en el Estuario del Golfo de Guayaquil. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*. Instituto Nacional de Pesca. 1 (2): 87-229.
- Ramírez, A. (1999).** Ecología aplicada. Diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 1-300.
- Santana, E., y Dumont, J. (2000).** La isla Santa Clara, testigo morfoestructural de la evolución geodinámica Plio-cuaternaria y actual del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador. 10 (1): 189-201.
- Shannon, C., Wiener, W. (1949).** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. U.S.A. 1-117.
- Stevenson, M. (1981).** Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil, un Estuario Tropical. *Boletín Científico y Técnico*, Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INP). 4 (1): 1-133.
- Tena, J., Capaccione, R., Torres, F., Porras, R. (1993).** Estudios del bentos marino. Publicaciones Especiales, Instituto Español de Oceanografía. Valencia. España. 11: 15-19.
- Vera, R. (1982).** Geología en detalle de la isla Santa Clara. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). 1-76.
- Villamar, F. (1983).** Poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador. 2 (2): 659-733.
- Villamar, F. (1986).** Distribución de los poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador. 3 (1): 121-131.
- Villamar, F. (1989).** Estudio de los poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil exterior (Canal del Morro y Jambelí). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador. 5 (1): 34-40.
- Villamar, F. (2005).** Estudio taxonómico y distribución de los poliquetos bentónicos en la zona intermareal de las provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador). *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR, Ecuador. 13 (1): 139-197.
- Villamar, F. (2009).** Estudio de los poliquetos bentónicos y fauna acompañante en la zona intermareal y submareal de la bahía de Santa Elena (Ecuador). *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR, Ecuador. 15 (1): 127-138.

**Wellington, G. (1975).** Medio ambientes marinos costeros de Galápagos. Un informe de recursos al departamento de Parques Nacionales y Vida Silvestre, Quito, Ecuador. 1-222.