

ISSN: En trámite  
Área Ciencias de la Vida  
Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad de Guayaquil

No. 7 2013

Revista Científica

# Ciencias Naturales y Ambientales

Órgano Oficial de Publicación Científica  
de la Facultad de Ciencias Naturales de la  
Universidad de Guayaquil



*Miconia robinsoniana*



*Pareurythoe spirocirrata (errante)*



*Aristeus occidentalis, hembra*



UNIVERSIDAD  
DE GUAYAQUIL



Facultad  
de Ciencias Naturales

No. 7 - 2013

ISSN: En Trámite  
ÁREA CIENCIAS DE LA VIDA

Facultad de Ciencias Naturales  
Universidad de Guayaquil

**Directora Responsable**

Dra. Carmita Bonifaz de Elao, MSc. (Decana, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, *Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, carmenbonifaz@hotmail.com*)

**Consejo Editorial**

Ing. Geól. Galo Salcedo Maridueña. Ph.D. (Universidad de Guayaquil, *Ecuador*)

Dr. Luís Muñiz Vidarte, MSc. (Universidad de Guayaquil, *Ecuador*)

Biól. Elba Mora de Baños, MSc. (Universidad de Guayaquil, *Ecuador*)

**Comisión Científica Asesora**

Claes Persson (Departamento de Biología y el Medio Ambiente, University of Gothenburg, *Suecia*)

Bertil Ståhl (Departamento de Biología, Gotland University, *Suecia*)

**Coordinador Editorial**

Ing. José Antepara Basurto

**Impresión y acabados**

Editorial Universidad de Guayaquil

---

**Edición patrocinada y financiada** por la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil

Esta publicación se envía a personas o instituciones por intercambio con otros similares, dedicada a la Ciencias Naturales.

This publication is sent to individuals or institutions for exchange with other similar, dedicated to the Natural Sciences.

Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales es de periodicidad semestral y se distribuye por canje con otras publicaciones dedicadas a temas afines. Toda correspondencia que tenga relación con la Revista deberá ser dirigida a la directora, Carmita Bonifaz de Elao, a la dirección que se indica más adelante.

**Láminas de Tapa: Izq. a Der.: *Miconia robinsoniana*, *Pareurythoe spirocirrata* (errante), *Aristeus occidentalis*, hembra.**

Incluida en el Directorio de LATINDEX

con el número de Folio 16446,

No. 7, Se terminó de editar en diciembre de 2013.

**Canje, suscripciones y avisos, dirigirse a:**

**Exchange, subscriptions and publicity, go to:**

Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales

Código Postal 090612

Avenida Raúl Gómez Lince s/n y Avenida Juan Tanca Marengo

<http://www.fccnugye.com>

[info@fccnugye.com](mailto:info@fccnugye.com)

Guayaquil, Ecuador

# PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE *miconia robinsoniana* PARA EL POSIBLE ESTABLECIMIENTO DE UN BANCO DE GERMOPLASMA COMO UNA ACCIÓN A TOMARSE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO, EN LA ISLA SANTA CRUZ, GALÁPAGOS

*Production robinsoniana Miconia seedlings for the possible establishment of a Seed Bank as an action to be taken against climate change, on Santa Cruz, Galapagos*

Mireya Freire Villalva <sup>1</sup>, Carmita Bonifaz de Elao <sup>2</sup>

Recibido el 5 de septiembre de 2013; recibido en forma revisada 19 de noviembre 2013, aceptado 12 de diciembre 2013

## Resumen

El presente trabajo se realizó en la época fría-seca de Julio-Diciembre del 2012; durante la época seca se recogió material vegetal de cacaotillo (*Miconia robinsoniana*) como: semillas y estacas. Debido a su distribución geográfica restringida, la reducción de su hábitat natural por el incremento de la actividad humana e invasión de especies introducidas; se encuentra en la Lista Roja de Especies En Peligro de Extinción.

En la Zona de *Miconia* de la Isla Santa Cruz, Galápagos; se ubicaron cuatro puntos para la recolección: "Media Luna A", "El Puntudo", "Los Picachos" y "Media Luna B", a medida que se colectaron las muestras, se aplicó un código de entrada único en toda documentación, por cada accesión realizada.

Las estacas y frutos colectados, se almacenaron en fundas herméticamente cerradas hasta llegar al vivero de la Dirección del Parque Nacional Galápagos y al Laboratorio de Micropropagación de la Reserva "Pájaro Brujo". Con el método L-A, la germinación de *Miconia robinsoniana* fue 94%, en un lapso de 2 meses y el rebrote con la aplicación de ANA al 0.40% y VITAFOL 30-10-10 en las estacas fue de 0%. De acuerdo al crecimiento en altura (cm), el uso de Vitafol 30-10-10 en las plántulas durante cinco meses, no demuestra una diferencia significativa de acuerdo a la Prueba de Student (0.05). El cambio climático, no solo representa una amenaza nueva y distinta a la vida, sino que también acelera las amenazas existentes en las islas. La producción de plántulas de *Miconia robinsoniana*, estarán destinadas para el posible establecimiento de un banco de germoplasma.

**Palabras clave:** Cacaotillo / *miconia robinsoniana* / Accesión / Germinación / Crecimiento / Banco De Germoplasma.

## Abstract

The present work was carried out in the cold-dry season of July to December of 2012; during the dry season was collected plant material of cacaotillo (*Miconia robinsoniana*) as: seeds and stakes. Due to their restricted geographical distribution, the reduction of their natural habitat for the increment of the human activity, invasion of introduced species; it is in the Red List of Endangered Species.

In the Zone of *Miconia* in Santa Cruz Island, Galapagos, four points were located for the harvested: "Media Luna A", "El Puntudo", "Los Picachos" and "Media Luna B", as samples are collected, an unique entrance code was applied in all documentation, for each realized accession.

Stakes and fruits collected was stored in tightly closed cases until arriving to the Greenhouse of the Direction of the Galapagos National Park and the Micropropagation Laboratory "Pájaro Brujo" Reserve. With the method L-A, the germination of *Miconia robinsoniana* was 94%, in a lapse of two months and the sprouting with the application of 0.40 % ANA y VITAFOL 30-10-10 in stakes was 0%. According to the growth in height (cm), the use of Vitafol 30-10-10 in the seedlings, it doesn't demonstrate a significant difference according to the Test of Student (0.05). Climate change, not alone it represents a new threat and different to the life, but rather it also accelerates the existent threats on the islands. The *Miconia robinsoniana* seedlings production, they will be intended for the possible establishment of a genebank.

**Key words:** Cacaotillo / *Miconia robinsoniana* / Accession / Germination / Growth / Genebanks.

<sup>1</sup> Egresado de la Carrera de Biología, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

<sup>2</sup> Magíster en Ciencias en Manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad con énfasis en conservación de la biodiversidad sub especialización en conservación de la biodiversidad, Facultad de Ciencias Naturales, Av. Raúl Gómez Lince y Av. Tanca Marengo. 3080777, carmenbonifaz@hotmail.com

## 1. Introducción

El Archipiélago de las Islas Galápagos (Ver Antecedentes: Fig. 1), se ubican en el Océano Pacífico Occidental, aproximadamente a 1000 kilómetros al Oeste de Ecuador, país al que pertenece políticamente (Ziegler, 1995).

El Parque Nacional Galápagos, creado en 1959, representa el 96,7% de las áreas terrestres del Archipiélago, con una superficie total de 773.258 Ha. Las erupciones volcánicas y los cambios geológicos han creado 233 unidades terrestres, entre islas, islotes y rocas (PNG, 2005). Las islas constituyen la parte superior de enormes volcanes, la mayoría de los cuales van desde los

1960 a 2800 metros sobre el fondo de mar. Son estas islas enormes volcanes gigantes compuestos casi exclusivamente de basalto (Bailey, 1976).

Constituyen el sistema ecológico más importante del mundo por haber permanecido intactas durante millones de años. El aislamiento permitió, una evolución particular de las especies que ahí habitan, muchas de las cuales son únicas en el mundo. Cualquier afectación importante de su hábitat puede colocar estas especies endémicas en riesgo inminente de desaparición.

En Galápagos existen dos épocas climáticas marcadas, la época cálida-húmeda (Enero a Mayo) con fuertes lluvias ocasionales. La época fría-seca (Junio a Diciembre) presenta lloviznas ligeras, el aire se enfría sobre el mar mientras permanece caliente encima de esta capa (Ziegler, 1995), normalmente los cielos permanecen nublados. Los meses de mayo a junio y noviembre a diciembre son de transición entre las épocas (McMullen, C.K. 1999).

La conservación de la flora endémica es prioritaria, ya que son la base de toda la vida en las islas, la necesidad de proteger y reducir la disminución de su población, frente a efectos naturales del cambio climático, el IPCC (Panel Intergubernamental del Cambio Climático), estima que las temperaturas globales promedio se incrementarán entre 1.8-4.0°C para finales de este siglo, con relación a las temperaturas promedio de los años ochenta. Las Islas Galápagos, al estar en la Línea Ecuatorial se calentarían al menos al nivel promedio global. El aumento de

precipitaciones podría poner en peligro a la zona húmeda, cambiando las tasas de crecimiento de la vegetación y estructura del bosque. El aumento de temperaturas hará que muchas especies modifiquen sus rangos a elevaciones diferentes. Especies restringidas a las cimas de las montañas no tendrán a donde ir (CI & WWF, 2011).

La edad geológica, el aislamiento, la topografía, los patrones de lluvia, la variación climática y la ubicación del archipiélago influyen directamente sobre las comunidades de plantas (Valdebenito, 2004). Las islas habitadas están en un proceso dramático de cambio ecológico, produciendo una disminución continua de las poblaciones endémicas, siendo de capital interés para la conservación, pues su futuro depende enteramente de su continuidad en las islas (Tye, A. 2007). Dentro de los proyectos de FUNDAR-Galápagos se encuentra Protección de la Biodiversidad nativa de Galápagos, y precisamente uno de los grandes retos de este proyecto ha sido la restauración de especies nativas (FUNDAR-Galápagos, 2012). Para revertir la tendencia actual de aumento de las especies más amenazadas, debemos emprender acciones decisivas en las islas habitadas en los próximos años (Tye, A. 2007).

## Justificación

La base de este estudio, será establecer métodos para la producción de plántulas de *Miconia robinsoniana*, una especie en peligro de extinción (EN), que esta propensa a disminuir su número de población debido a los efectos del cambio climático.

Una actividad importante para llevar a cabo en este proyecto, es la conservación y almacenamiento de especies endémicas y nativas de la región, debido a que cada vez más especies vegetales se vuelven escasas y se encuentran más amenazadas frente la invasión de especies introducidas y a efectos del cambio climático. Con este método de investigación de conservación se podría asegurar a largo plazo, la propagación de especies endémicas y nativas en su hábitat natural.

Para el momento en que las plantas estén lo suficientemente desarrolladas, se colectará de ellas el material genético adecuado para almacenarlo en un futuro banco de germoplasma, y así evitar que esta especie desaparezca.

## Hipótesis Planteadas

### Hipótesis Nula

En la conservación de plántulas de *Miconia robinsoniana* para un posible establecimiento de un Banco de Germoplasma, el material genético recolectado, no será viable para la conservación de las especies almacenadas.

### Hipótesis Afirmativa

En la conservación de plántulas de *Miconia robinsoniana* para un posible establecimiento de un Banco de Germoplasma, será mayor o menor al 95% del material genético recolectado, serán viables para la conservación de las especies almacenadas.

## Objetivos

### Objetivo General:

1. Producir plántulas de *Miconia robinsoniana* para el posible establecimiento de un banco de germoplasma como una acción de conservación a tomarse frente al cambio climático en la Isla Santa Cruz.

### Objetivos Específicos:

1. Determinar el porcentaje de germinación de las semillas de *Miconia robinsoniana*.
2. Determinar el porcentaje de rebrote de las estacas de *Miconia robinsoniana* en el vivero.
3. Determinar el mejor índice de crecimiento del material genético de las muestras control, sometidas a hormonas.

## 2. Materiales y Métodos

La realización de este Proyecto se llevó a cabo en el Vivero de la DPNG (Dirección del Parque Nacional Galápagos) y en el Laboratorio de Micropropagación de la Reserva Pájaro Brujo,

Santa Rosa; para la producción de plántulas de *Miconia robinsoniana*.

## Materiales y Recursos

### Recursos Humanos

El equipo humano involucrado en las actividades de esta investigación estuvo a cargo por la Srta. Freire Villalva Mireya, egresada de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil y tesista. La Biol. Daniela Vargas, como Asistente de Campo de la FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO ALTERNATIVO RESPONSABLE DE GALÁPAGOS – FUNDAR. Los Señores Dani Rueda, Washington Tapia, Rafael Chango, Marcelo Gavilanes, Francisco Calva, Simón Villamar, guardaparques de la DPNG (Dirección del Parque Nacional Galápagos).

### Recursos Institucionales

El presente trabajo estuvo bajo el aporte económico de La Unión Europea, mediante FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO ALTERNATIVO RESPONSABLE DE GALÁPAGOS – FUNDAR.

También se contó con la colaboración de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG), Institución dedicada a la Conservación de los ecosistemas de las Islas Galápagos, el Director de Ecosistemas, Danny Rueda.

### Materiales Vegetales

- Semillas de *Miconia robinsoniana*
- Estacas de *Miconia robinsoniana*

### Materiales de Campo

- Cámara fotográfica
- GPS GARMIN OREGON 550 con cámara integrada
- Hielera
- Fundas Ziploc
- Tijeras de podar

### Materiales de Laboratorio

- Termómetro ambiental/Higrómetro
- Microscópico estereoscopio con cámara integrada

- Etiquetas
- Mandiles para vivero
- Bolsas de polietileno negras
- Guantes
- Mascarillas
- Equipo de disección
- Placas de Petri, de pírex
- Papel toalla o filtro
- Atomizador de agua
- Semilleros
- Bandejas plásticas
- Regadera
- Sustrate pots K. TS-1
- Gel Desinfectante
- Alcohol 75%
- Agua destilada
- Hormonagro (A.N.A.) al 0.40% e ingredientes aditivos e inertes 99,6%
- Vitafol, 30-10-10 + 2MgO + Micros

## Métodos

Esta investigación se enfocó en la producción de plántulas de *Miconia robinsoniana*, especie endémica en las Islas Galápagos, habita solo en la parte alta de las Islas San Cristóbal y Santa Cruz, para la selección de ésta especie, se realizó anteriormente una lista con las 10 especies vegetales que se encuentran con riesgo a desaparecer en la Isla Santa Cruz.

### Área de estudio

Se realizó ésta investigación de producción de plántulas de *Miconia robinsoniana*, en el Vivero de DPNG, que está bajo la jurisdicción y administración de la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG), ubicada en Salasaca, Santa Rosa, en parte alta de la Isla Santa Cruz.

La determinación de porcentaje de germinación de las semillas de *Miconia* se realizó en el Laboratorio de Micropropagación de la Reserva Pájaro Brujo, la misma que se encuentra en la Parroquia de Santa Rosa, Isla Santa Cruz. Su ubicación geográfica aproximada es 0°39'23" S y 90°24'28" O.

### Muestreo de campo

La zona de vegetación donde se colectaron las muestras vegetales fue en la Zona de *Miconia*,

colindando a esta zona se encuentran “Los Picachos” y “El Puntudo”, áreas con dominancia de *Miconia robinsoniana* sobre otras especies. En estos lugares se seleccionaron cuatro puntos estratégicos con diferentes alturas entre sí, denominados según el sector en que se localizaron.

En la parte izquierda de la **Figura 8**, está la ubicación con las coordenadas geográficas 00°38'00.6" S - 90°25'43.1" O y la distancia entre los puntos de colecta (iconos verdes) que son: “Media Luna A”; “El Puntudo”; “Los Picachos” y “Media Luna B”.



**Figura 8.** Localización de los cuatro sitios de colectas del material genético de *Miconia robinsoniana*. **Fuente:** Google earth. 2013

### Recolección

La ubicación geográfica de los lugares donde se encuentra *Miconia robinsoniana*, se tomó de la base de información de estudios del Herbario CDS de la Fundación Charles Darwin (FCD) (**Bungartz, F., et al. 2009**). Datos como su clasificación taxonómica y características morfológicas, ayudaron a reconocerla en el campo para la recolección de la muestra. Los datos obtenidos durante la colecta se deben escribir en las Fichas de Registro de Recolección.

### Procedimientos de las muestras en el Laboratorio

Se limpiaron las muestras en el Laboratorio, retirando los contaminantes ajenos a la muestra como piedras, tierra, insectos y residuos vegetales. Los frutos fueron colocados en un recipiente con agua y se los aplastó de forma manual para obtener las semillas del interior, se decantó para

eliminar las semillas que flotaban y luego se tamizó en otro recipiente para separar las pequeñas semillas de la pulpa de la baya (**Fig. 11 y 16**).

Cada fruto contenía aproximadamente de 50 a 75 semillas pequeñas, de color café-amarillento con un extremo oscuro de la testa (**Fig. 17**). Con forma ovoide, con cierto parecido a un mejillón. Miden aproximadamente de 1.5 a 2 mm.

#### Procedimientos de las muestras en el Vivero

Las cuatro accesiones de semillas se las colocó cada una en bandejas plásticas de color rojo para estudio y con sustrato TS1, con respectivo Código de Entrada. En una bandeja plástica de color diferente como control que contenga sustrato TS1 (**Fig. 29**), serán utilizadas como control de crecimiento, respecto al uso de Vitafol 30.10.10.

Las estacas se dividieron en dos grupos: muestras “control” y muestras de “estudio”. Las estacas fueron representadas con 10 ejemplares para control y 100 para estudio para cada accesión.

#### Información y documentación

La conservación del germoplasma, en sus diversas etapas, comprendió una gama de actividades para las cuales se requiere o deriva información (**Jaramillo & Baena, 2000**).

Esta información se ubicó en las Fichas de Registro en las diferentes actividades, tanto para las salidas de campo, en el uso del laboratorio y el vivero, se trabajaron con 4 tipos de fichas diferentes, nombradas a continuación:

1. Ficha de Recolección de semillas.
2. Ficha de Recolección de estacas.
3. Ficha de Conservación de semillas.
4. Ficha de Conservación de estacas.

Las fichas fueron elaboradas por la investigadora. Los datos que se documentaron durante la colecta; ayudaron a determinar el manejo de la muestra e interpretar los datos de caracterización y evaluación. Describen atributos físicos del germoplasma, en etapas de desarrollo y diferentes

actividades propias de la conservación y monitoreo.

Para los procedimientos ejecutados en este trabajo, se tomaron fotografías del procedimiento realizado y resultados obtenidos con las muestras vegetales de *Miconia robinsoniana*.

#### Procedimientos Estadísticos

Con los datos tanto de germinación y rebrote se creó una base (Microsoft Excel). La información recabada de las Fichas de Recolección y Conservación del material genético se emplearon para efectuar los cálculos de porcentaje de germinación y rebrote.

### 3. Resultados

#### Código de entrada y documentación

Dependiendo del orden en que se realizaron las salidas de campo para las colectas, se determinó el código de entrada para cada sector.

Las accesiones realizadas: CCF 001–1 “Media Luna A”; CCF 001–2 “El Puntudo”; CCF 001–3 “Los Picachos” y CCF 001–4 “Media Luna B”; con sus respectivas coordenadas geográficas, altura en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y las fechas en que se colectaron las muestras, se detalló la cantidad de estacas y de frutos recolectados, con un total de 440 estacas y 2000 frutos de *Miconia robinsoniana*, dentro de cada fruto se encuentran muchas semillas diminutas (**Fig. 14**).

#### GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Miconia robinsoniana*

Las bandejas plásticas que se usaron como semilleros se los ubicaron en el Área de Germinación del Vivero de la DPNG (**Fig. 22, 28-30**), con su respectivo número de entrada.

Las semillas de *Miconia robinsoniana* fueron sometidas a cinco métodos de germinación, empleados para experimentar el método que se obtenga mejor el resultado de semillas germinadas: L-A, L-F, O-A, O-F y TS1. Dos métodos dieron resultados favorables: Luz Natural con Temperatura ambiente (L-A) (**Fig. 21**) y

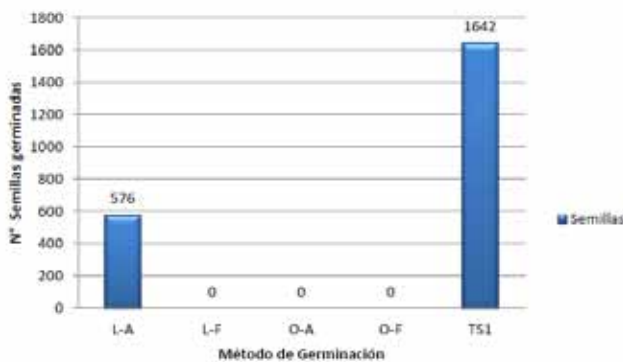
Turba rubia (TS1) (**Fig. 30**), dando como resultado un total de 576 y 1642 semillas respectivamente (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Cantidad de semillas germinadas, según métodos aplicados.

Método	L-A	L-F	O-A	O-F	TS1
CCF 001 – 1	576	0	0	0	350
CCF 001 – 2	-	-	-	-	316
CCF 001 – 3	-	-	-	-	544
CCF 001 – 4	-	-	-	-	432
<b>Total</b>	<b>576</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1642</b>

Con el método L-A se obtuvieron resultados positivos en la primera prueba, pero al emerger la plántula y formarse la radícula, ésta última se adhirió al papel toalla (**Fig. 19 y 21**) y su extracción se tornó más delicada, produciéndose daños en el sistema radicular; muchas plántulas que se trasplantaron a los semilleros murieron y se las reemplazó con otras.

De los métodos de germinación con los que no se obtuvieron resultados en la primera prueba (L-F, O-A y O-F), no se los practicó para las siguientes accesiones. Usando solamente los métodos con los que germinaron las semillas en CCF 001-1, siendo L-A y TS1 (**Gráfico 1**).



**Gráfico 1.** Resultado de los métodos de germinación de semillas, *Miconia robinsoniana*.

En la segunda salida, se usó el método L-A (CCF 001-2) para la determinar el porcentaje de germinación de las semillas (**Fig. 21**).

Mediante los 15 resultados de la prueba de porcentaje de germinación, germinaron 1409 semillas, tras inducir a germinación 1500 semillas de *Miconia robinsoniana* (**Fig. 21**) y así determinar el porcentaje de germinación en las muestras de CCF 001-2, a éstas plántulas solo se las contabilizó, no se las trasplantó.

Dando como resultado que las 1409 plántulas germinadas corresponden al 94% de germinación de las 1500 semillas usadas.

Durante la germinación en los métodos, la presencia de radícula inició entre 11 a 14 días, con un promedio de 13 días de germinación. La mayor cantidad de las semillas empezaron a germinar a los 18 días.

Germinaron aproximadamente 3600 semillas, de las cuales 2196 se trasplantaron en semilleros.

## CRECIMIENTO DE PLANTULAS DE *Miconia robinsoniana*

Los semilleros eran de diferentes tamaños (50, 72 y de 128 hoyos), los cuales fueron rellenos con sustrato preparado conformado por 1 parte de compost, 3 de tierra negra, 1 de turba y 1 de aserrín, presionándolo para fijar a la planta (**Fig. 31 y 35**).

Con el método TS1 fue más fácil el trasplante, ya que al remojar el sustrato, se extraía la plántula con la pinza.

Se escogieron las plántulas mejor desarrolladas de cada bandeja plástica. Con las plántulas de L-A y TS1, se ocuparon 32 semilleros (**Fig. 34 y 35**) con 2196 individuos de las 4 accesiones (**Tabla 6**).

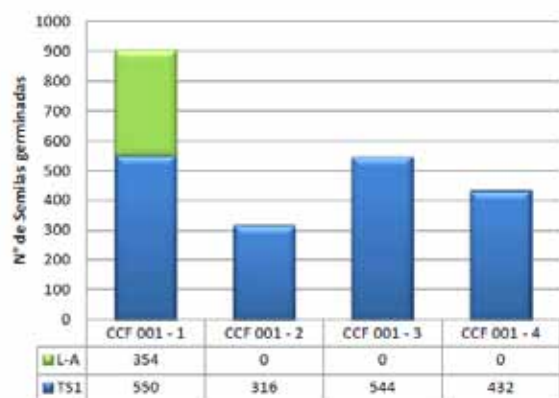
El método de L-A, se usó solo en la accesión de CCF 001-1 con 354 plántulas.

TS1 en CCF 001-1 con 550; con CCF 001-2 con 316; CCF 001-3 con 544 y CCF 001-4 con 432 (**Gráfico 2**), la accesión CCF 001-1 tuvo la mayor cantidad de plántulas trasplantadas en semilleros, con 904 individuos.



**Tabla 6.** Cantidad de plántulas sembradas en semilleros, con su código de entrada

Código de Entrada	Cantidad de Semilleros	Cantidad de Plántulas Sembradas
CCF 001 - 1	15	904
CCF 001 - 2	5	316
CCF 001 - 3	6	544
CCF 001 - 4	6	432
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>2196</b>

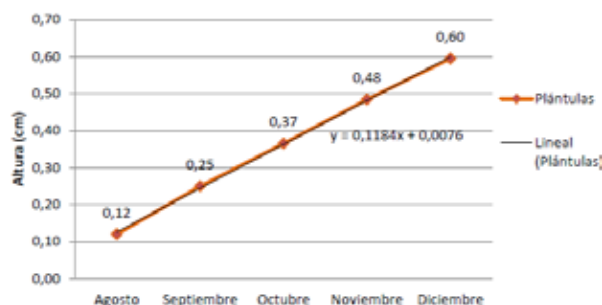

**Gráfico 2.** Cantidad de plántulas sembradas de *Miconia robinsoniana*

Debido a la humedad del ambiente y el riego, alrededor de las plántulas se formó una capa de algas y otras malezas que competían con el espacio y el alimento, pero mediante pinzas se retiraba una capa superficial del sustrato que las contenían y se rellenaba el espacio con turba (**Fig. 36-38**).

Para verificar el crecimiento de las plántulas con el uso de Vitafol 30.10.10, se registraron las tallas de 10 plántulas de los semilleros escogidas al azar, se las midió con un calibrador cada mes durante cinco meses (**Fig. 39 y 40**) y obtener una talla promedio de su desarrollo.

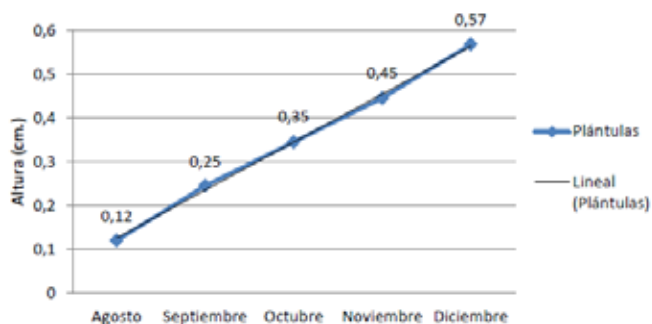
Las plántulas que se trasplantaron a los semilleros, presentaron un crecimiento muy lento, propio de su especie. Mediante una bomba de aspersión se aplicó Vitafol 30-10-10 cada dos semanas, según fue necesario (**Fig. 23**) para comprobar si crecen más rápido con este producto.

Dando como resultado su talla promedio en Agosto 0.12 cm; Septiembre 0.25 cm; Octubre 0.37 cm; Noviembre 0.48 cm y Diciembre 0.6 cm (**Gráfico 3**).


**Gráfico 3.** Crecimiento de plántulas de *Miconia robinsoniana*, con Vitafol 30.10.10

De la bandeja control, se escogieron 10 plántulas al azar, se trasplantaron en un semillero control de 72 puestos y se tomaron los datos correspondientes con los mismos individuos durante los cinco meses.

Dando como resultado su talla promedio en Agosto 0.12 cm; Septiembre 0.25 cm; Octubre 0.35 cm; Noviembre 0.45 cm y Diciembre 0.57 cm (**Gráfico 4**).


**Gráfico 4.** Crecimiento de plántulas control de *Miconia robinsoniana*

Se verificó el nivel de confiabilidad mediante los resultados obtenidos de los promedios de 10 plántulas CONTROL y 10 plántulas ESTUDIO durante los meses de agosto a diciembre.

Los resultados de la Prueba-t de Student, con varianzas similares, cuyo valor de "t" de la muestra, no superaron al valor de "t" de la tabla al 0.05 de significancia.

En otras palabras los promedios resultaron iguales estadísticamente entre las muestras de estudio y las muestras del control, la hipótesis nula es aceptada y que el uso del producto en las plántulas no muestra una diferencia significativa en los resultados (**Tabla 9**).

**Tabla 9.** Representación de las plántulas ESTUDIO (Vitafol 30.10.10) vs. las plántulas CONTROL. Prueba “t” Student.

MES	ESTUDIO	CONTROL
Agosto	0.12	0.12
Septiembre	0.25	0.20
Octubre	0.37	0.35
Noviembre	0.48	0.45
Diciembre	0.60	0.57
<b>SIGNIFICANCIA</b>	0.364	0.338
<b>Nº DE MUESTRA (N)</b>	5	5
<b>VARIANZA</b>	0.03543	0.03327
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	0.188229	0.182401

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} = 0.22181$$

<b>GRADOS DE LIBERTAD (GL) (N-2)</b>	8
<b>PROBABILIDAD</b>	0.83002
<b>NUMERO DE MUESTRAS</b>	Dos (2)
<b>TIPO</b>	Balancedo: Varianzas similares
<b>Esto significa:</b>	La hipótesis nula es aceptada. Los dos resultados no son significativamente diferentes (t=0.22181, GL=8, P=>0.05)

### REBROTE DE ESTACAS DE *Miconia robinsoniana*

Las estacas con aplicaciones de hormonas y de control no produjeron rebrotes, ni raíces (**Fig. 24-27, 41-43**), el segmento del tallo que conforma la estaca empezó a cambiar de color verde a café, las pocas hojas que aún quedaban cayeron y al mes de haber transcurrida la siembra murieron en su totalidad.

Método de estacas no es favorable, la planta no se reproduce asexualmente

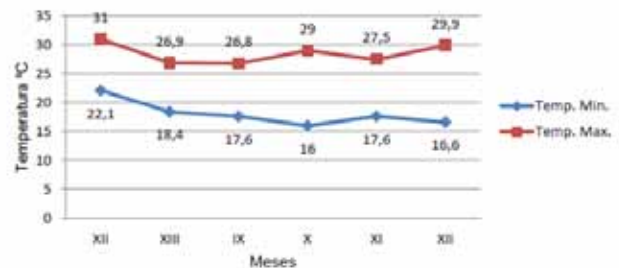
(Todas las especies murieron), o por la época, el corte, etc.

### ÁREA DE GERMINACIÓN – VIVERO DPNG

Se elaboraron dos tipos de fichas para la recolección y dos de conservación de semillas y estacas, con las que se trabajó en salidas de campo, Vivero de la DPNG y el Laboratorio de Micropropagación de la “Reserva Pájaro Brujo”. Las condiciones atmosféricas en esta época del año es favorable para germinar o inducir a rebrote a esta especie, debido a su condición fría, manteniendo los ambientes húmedos mediante riego artificial.

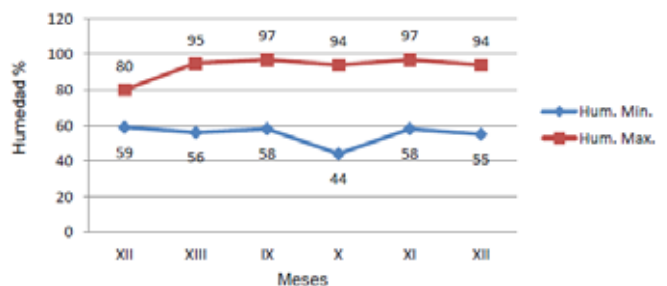
Mediante un termómetro/higrómetro digital se registró la temperatura ambiente (°C) y la humedad relativa (%) del vivero durante casi seis meses, desde mediados de julio hasta inicios de diciembre.

Durante estos meses de la época fría-seca, la mínima temperatura ambiental se reflejó en el mes de octubre con 16 °C y la mayor temperatura en el mes de julio con 31° C, representando los meses con números romanos (**Gráfico 5**).



**Gráfico 5.** Temperatura Mínima - Máxima

El mínimo porcentaje de humedad se registró en el mes de octubre con 44 % y el mayor porcentaje de humedad en el mes de septiembre y noviembre con 97% cada uno (**Gráfico 6**).



**Gráfico 6.** Humedad relativa Mínima - Máxima

## 4. Discusión

### Germinación de Semillas

El tipo de germinación que presenta la semilla de *Miconia robinsoniana*, no se pudo esclarecer, ya que la germinación del embrión en varias ocasiones se presentó del tipo hipogea y epigea en los métodos de L-A y TS1 (Fig. 20 y 21).

De los cinco métodos de germinación, los que dieron resultados positivos fueron los que se encontraban a temperaturas ambientes y expuestas a luz solar (L-A y TS1).

Los métodos sometidos a temperaturas bajas y con oscuridad (L-F, O-A y O-F), no son apropiados o idóneos para la germinación de semillas de esta especie.

La producción de plántulas de *Miconia robinsoniana* para el posible establecimiento de un banco de germoplasma, es viable mediante la germinación de semillas en condiciones naturales, con un sustrato que permita el desarrollo del sistema radicular.

El porcentaje de germinación de semillas viables es del 94 %.

### Rebrote de Estacas

El método de reproducción, mediante estacas no es favorable, las 440 estacas de *Miconia robinsoniana* murieron. Posiblemente se debe a que la especie en estudio no se reproduce asexualmente, no era época para colectarlas e inducir a rebrote, el corte de la estaca no fue el apropiado o el método de tratamiento no fue el indicado para esta especie. El tipo de enraizador (A.N.A. al 0.40%) y Vitafol, 30-10-10 + 2MgO que se emplearon no fueron idóneos para reproducción.

En la FCD (Fundación Charles Darwin), se han reproducido a otras especies mediante estacas (*Bursera graveolens* y *Cordia lutea*), con y sin tratamientos de fitohormonas (Auxinas) en la Isla Santa Cruz. La aplicación de hormonas favoreció la propagación con 55% (*B. graveolens*) y 50% (*C. lutea*) de plantas vivas. Y con el tratamiento sin hormonas es del 30% en los dos casos (Cabezas, S. 2000).

La selección de la estaca tal vez no fue correcta, ya que durante las salidas de campo se observó que de los tallos más gruesos de 5 cm. de diámetro aproximadamente, salían nuevas ramas en cada nudo del tallo (Fig. 12), de color rojizo por el origen joven del meristemo; otros tallos más delgados tenían hasta raíces aéreas rojizas, envueltas en un tipo de mucílago transparente.

En la Isla San Cristóbal, la DPNG está produciendo plántulas y conservándolas *ex situ*. Y el desarrollo de ésta especie también presenta crecimiento lento.

## 5. Conclusiones

La especie de *Miconia robinsoniana*, es una planta endémica que se da sólo en dos Islas del Archipiélago de Galápagos: Santa Cruz y San Cristóbal lugares donde existe un mayor crecimiento poblacional, existiendo introducción de especies que amenazan la producción de la especie. *Miconia* es una especie que se produce en zonas elevadas, ambientes húmedos y temperatura moderada, los cambios climáticos afectan su reproducción. Este experimento se realizó con semillas y estacas de la planta, las muestras fueron recogidas de Zona de vegetación de *Miconia*, en la Isla Santa Cruz, siendo las muestras de semillas las que presentaron los mejores resultados en el experimento.

El experimento realizado en el vivero con el método de estacas no es favorable, el porcentaje de rebrote de las muestras control y VITAFOL 30-10-10 fue de 0%, ya que murieron, esto puede tener su origen por que la planta no se reproduce asexualmente, por la época o por el corte realizado.

De los métodos de propagación sexual los que presentaron mejores resultados fueron los métodos L-A y TS1. Pero para resultados favorables en el vivero durante la obtención de individuos de *Miconia robinsoniana*, se deben germinar las semillas en Turba rubia. La producción de plántulas de *Miconia robinsoniana* mediante el método L-A en el laboratorio, el 94% del material genético de semillas recolectado será viable para

la conservación de las especies almacenadas. De acuerdo al crecimiento en altura (cm), el uso del producto Vitafol 30.10.10 en las plántulas no demuestra una diferencia significativa de acuerdo a la Prueba de Student (0.05).

## 6. Recomendaciones

Intentar inducir el rebrote de estacas con hormonas diferentes.

Mantener libre de malezas el espacio con sustrato de los semilleros o fundas de polietileno, ya que compiten por el espacio, luz, agua y alimento, provocando la muerte de las plántulas de *Miconia*.

Si existen problemas con animales (Fig. 45) que frecuentan el vivero y dañan las plántulas, es preferible taparlas con una malla para impedir su entrada.

Para el análisis de la Prueba-t de Student, es necesario aplicarlos con más resultados del crecimiento de las plántulas, con 12 meses se entablaría un mejor resultado sobre el uso de Vitafol 30-10-10 y saber si muestra una diferencia significativa en los resultados.

Comparar el crecimiento de la época cálida-húmeda con la época fría-seca.

Cuando las plantas de *Miconia* posean una altura aproximada de 5 cm, se las deberá trasplantar a fundas de polietileno con sustrato preparado conformado por 1 parte de compost, 3 de tierra negra (de preferencia con tierra propia de la Zona de *Miconia*), 1 de turba y 1 de aserrín; para que tengan más espacio al desarrollarse.

Este trabajo servirá de referencia para futuras investigaciones para el establecimiento de un banco de germoplasma. Implementando más especies afectadas con el cambio climático, prosiguiendo con su debido código de entrada, fichas de recolección, siembra y conservación.

Establecer listas actuales de la región, con especies o grupos de especies prioritarias que requieran de conservación en un banco de germoplasma.

Capacitar al personal responsable de las diferentes etapas en el manejo del futuro banco de germoplasma.

Para un almacenamiento de semillas a largo plazo, para un banco de germoplasma, es importante considerar los métodos de conservación de los diferentes tipos de semillas según Vázquez, C., et al. (1997); Serrada, R. (2000); Pérez, F. y J. Pita (2001) & Gómez, J., et al. (2006).

## SALIDA DE CAMPO



Figura 11. Frutos de *Miconia robinsoniana*



Figura 12. Tallo adulto de *Miconia*, con brotes en los nudos

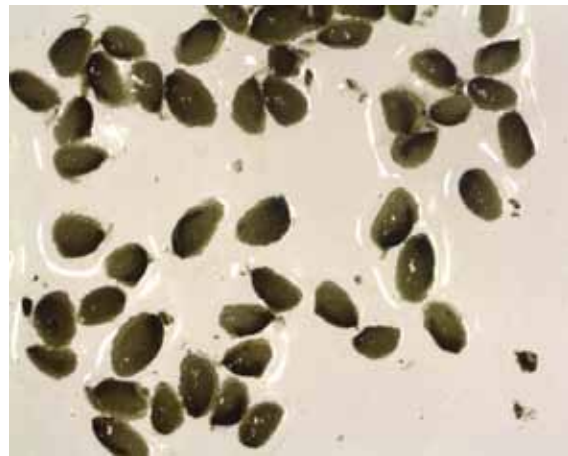


Figura 14. Recolección de frutos y estacas en fundas ziploc

## TRABAJO EN LABORATORIO



**Figura 16.** Semillas de *Miconia robinsoniana* en un recipiente con agua destilada



**Figura 17.** Observación de semillas de *Miconia robinsoniana*, mediante estereomicroscopio 40x



**Figura 19.** Medidas de semilla de 10 días germinada, alto 963  $\mu$ m y ancho 400  $\mu$ m.



**Figura 20.** Revisión de las semillas germinadas con un estereoscopio



**Figura 21.** Conteo de semillas germinadas para determinación de porcentaje de germinación con método L-A, CCF 001-2

## TRABAJO EN VIVERO



**Figura 22.** Ubicación de estacas y semillas TS1, en el Área de Germinación



**Figura 23.** Aplicación de Vitafol 30-10-10 con bomba de aspersión a estacas de *Miconia robinsoniana*.



**Figura 26.** Muerte masiva de estacas de CCF 001-1 en *sustrate pots*.



**Figura 24.** Inicio de muerte de estacas *Miconia robinsoniana*



**Figura 27.** Muerte masiva de estacas de CCF 001-3 en *sustrate pots*.



**Figura 25.** Estaca muerta, del área de estudio



**Figura 28.** Bandejas plásticas de cuatro accesiones



Figura 29. Bandeja plástica con semillas control para crecimiento



Figura 34. Semilleros CCF 001-1, con plántulas de *Miconia robinsoniana*



Figura 30. Semillas germinadas de *Miconia robinsoniana*, con el método TS1, CCF 001-1

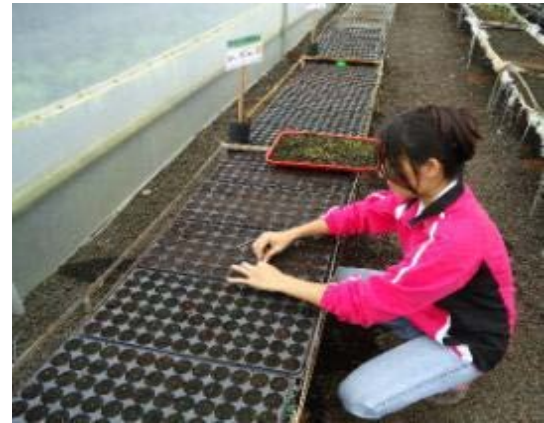


Figura 35. Siembra de plántulas en semilleros, con su debido Número de Entrada



Figura 31. Relleno de los semilleros con el sustrato preparado



Figura 36. Presencia de flora parásita en los puestos de los semilleros

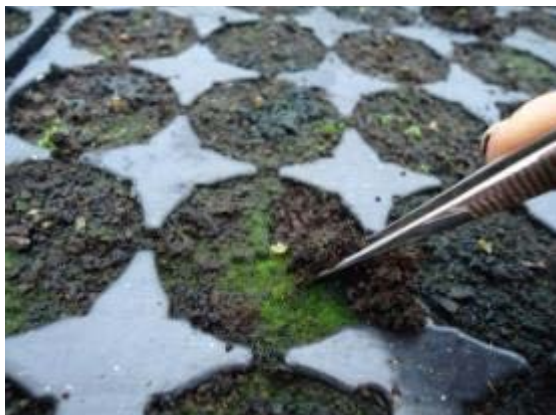


Figura 37. Limpieza alrededor de la plántula de *Miconia*



Figura 40: Medición con calibrador a una plántula entera de *Miconia robinsoniana*. Total de altura = 5 cm



Figura 38. Limpieza y retiro de sustrato superficial



Figura 41. Muestras control en fundas de polietileno



Figura 39. Mediciones de las plántulas en los semilleros con un calibrador



Figura 42. Muerte de muestras control, CCF 001-1 y CCF 001-2.





Figura 43. Muerte de muestras control, CCF 001-1 a 4.



Figura 45. Introducción de aves dentro del Área de Germinación.

## Referencias

- [1] Aldaz, Ivan. 2008. Manual de especies nativas y endémicas de Galápagos para la restauración ecológica en la zona agropecuaria. FUNDAR-Galápagos. Islas Galápagos, Ecuador. Disponible en: <http://www.feigalapagos.org/docs/publicaciones/Informacion%20Agropecuaria%20e%20Invasoras/Manual%20Endemica.pdf>
- [2] Anónimo. 1992. Serios problemas de las plantas introducidas en Galápagos.
- [3] Flora, Fauna y Áreas Silvestres. 16:7. In: Palacios, J. 1993.
- [4] Bailey, K. 1976. Potassium. Argon ages from the Galápagos Islands. Science 192: 465-466. In: Palacios, J. 1993. Efecto de *Cinchona succirubra* Hotsch sobre la comunidad de *Miconia robinsoniana* Cogn en la Isla Santa Cruz, Galápagos.
- [5] Black, Juan. 1973. Galápagos: Archipiélago del Ecuador. Imprenta Europa.
- [6] Quito, Ecuador. 138 pp. FCD. Galápagos, Ecuador. N° 508 BLA
- [7] Cabezas, Sophia. 2000. Reproducción de Especies vegetales nativas y endémicas en la isla Santa Cruz. FCD, Puerto Ayora, Galápagos. In: Informes de voluntariado Departamento de Botánica 2000-2006. Santa Cruz, Galápagos.
- [8] Coloma, Andrea; Rivadeneira, Cristina & Rivera, Jade. 2007. Región Insular – Parque Nacional Galápagos. 278-290 pp. In: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- [9] Conservación Internacional (CI) & WWF. 2011. Adaptándonos al Cambio Climático en las Islas Galápagos. Larrea, I. & Di Carlo, G., (eds.). Conservación Internacional. Quito, Ecuador. FCD. Galápagos, Ecuador. N° 577.2
- [10] Consorcio GTZ/FUNDECO/IE. 2001 a. Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. IV Taller Regional - Acceso a Recursos Genéticos, conocimientos Tradicionales y Distribución de Beneficios: Documento temático. Pampatar, Venezuela.
- [11] Consorcio GTZ/FUNDECO/IE. 2001 b. Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. III Taller Regional – Conservación *ex situ*: Documento temático. Quito, Ecuador.
- [12] Cuadra, Cecilia. De La. S/f. Banco de Germoplasma. Centro de Recursos Fitogenéticos. Madrid, España.
- [13] ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.
- [14] FUNDAR-Galápagos. 2011. Foro PANEL: Vulnerabilidad y Preparación de las Islas Galápagos ante el Cambio Climático. Disponible en <http://www.fundargalapagos.org>
- [15] FUNDAR-Galápagos. 2012. Proyecto Biodiversidad Nativa de Galápagos avanza en restauración de especies. Pérez, Edmundo (ed). Disponible en: <http://www.fundargalapagos.org/portal/index.php/noti-fundar-topmenu-66/1-noticias-fundargalapagos/178-proyecto-biodiversidad-nativa-de-galapagos-avanza-en-restauracion-de-especies.html>
- [16] Iriondo, J.M. 2001. Conservación de germoplasma de especies raras y amenazadas (Revisión). Dpto. Biología Vegetal, E.U.I.T. Agrícola, Universidad Politécnica de Madrid. Vol. 16 (1) Disponible en: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/germoplasma\\_11611\\_58274546.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/germoplasma_11611_58274546.pdf)
- [17] Jackson, Michael. 1997. Galápagos, Una Historia Natural. FCD. Galápagos, Ecuador. N° 508 JAC. 319 pp

- [18] Laurelle, J. 1966. Study of a soil sequence on Indefatigable Island. *In*: Palacios, J. 1993. Efecto de *Cinchona succirubra* Hotzsch sobre la comunidad de *Miconia robinsoniana* Cogn en la Isla Santa Cruz, Galápagos.
- [19] Lawesson, Jonas & Luis, Ortiz. 1990. Plantas Introducidas en las Islas Galápagos. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden N° 32: 201-210. St. Louis, Missouri, USA. Botanical Research and Management in Galapagos. Lawesson, J., O. Hamann, g. Rogers, G. Reck and H. Ochoa (Eds). 1981. FCD, Galápagos, Ecuador. 581.68 LAW.
- [20] Palacios, Jorge. 1993. Efecto de *Cinchona succirubra* Hotzsch sobre la comunidad de *Miconia robinsoniana* Cogn en la Isla Santa Cruz, Galápagos. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Fisiología, Letras y Ciencias Naturales, Escuela de Biología y Química. FCD. Galápagos, Ecuador. N° 581.62 PAL.
- [21] Pérez, Félix & José, Pita. 2001. Viabilidad, Vigor, Longevidad y Conservación de Semillas. Hojas Divulgadoras N° 2112 D. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Centro de Publicaciones Paseo de la Infanta Isabel, I – 28014 Madrid.
- [22] Tye, Alan. 2002. Revisión del estado de amenaza de la flora endémica de Galápagos. Informe Galápagos 2001-2002: 116-122 pp. *In*: Tye, A.; *et al.* 2007. Incrementa el número de plantas introducidas en Galápagos. Informe
- [23] United Nations. 2011. Countries and areas, codes and abbreviations. United Nations Statistics Division. Disponible en: <http://unstats.un.org/unsd/methods/m49/m49alpha.htm>
- [24] Valdebenito, Hugo. 2004. Flora de Galápagos. *In*: ECOLAP. 2004. Programa de Capacitación Avanzada a Distancia para Guías Naturalistas del Parque Nacional Galápagos (PROCAD). Mundo Biológico.
- [25] Valencia, Renato; Pitman, Nigel; León-Yáñez, Susana & Peter Jørgensen, (eds.). 2000. Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. FCD. Galápagos, Ecuador. N° 333.953.2 VAL.
- [26] Ziegler, W. 1995. El Archipiélago de las Islas Galápagos – Ubicación, clima, condiciones atmosféricas y origen geológico. *In*: Coloma, Andrea; Rivadeneira, Cristina & Rivera, Jade. 2007. Región Insular – Parque Nacional Galápagos. 278-290 pp.

# 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 <sup>1</sup>, Francisco Villamar Fernández <sup>2</sup>

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.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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:

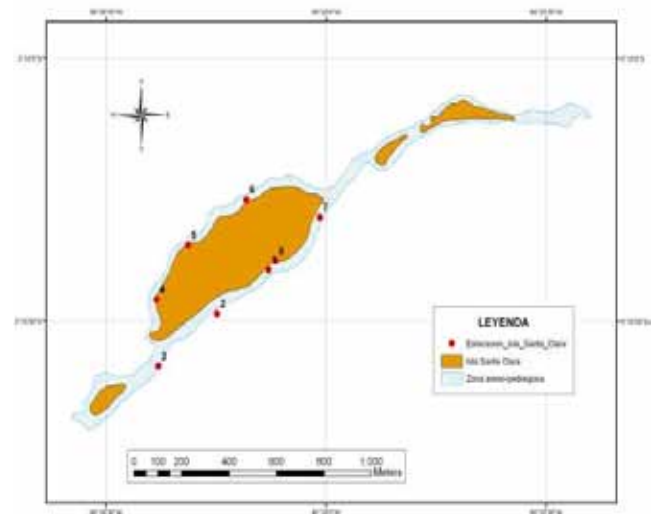


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en la zona intermareal de la isla Santa Clara durante septiembre y noviembre de 2007.

### 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 m<sup>2</sup>) (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 25cm<sup>2</sup>.

### **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*.

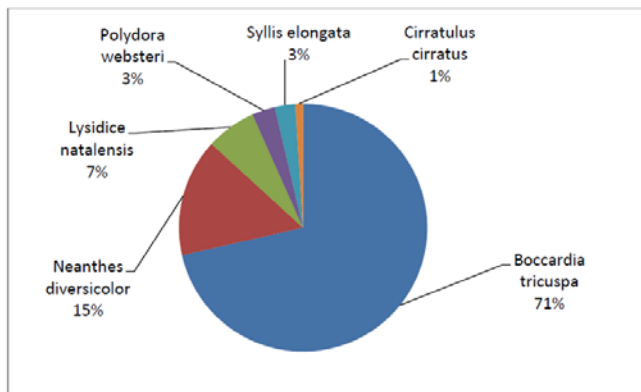


- 8. - *Pareurythoe spirocirrata*.
- 9. - *Lumbrineris bassi*.
- 10.- *Nephtys singularis*

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.**

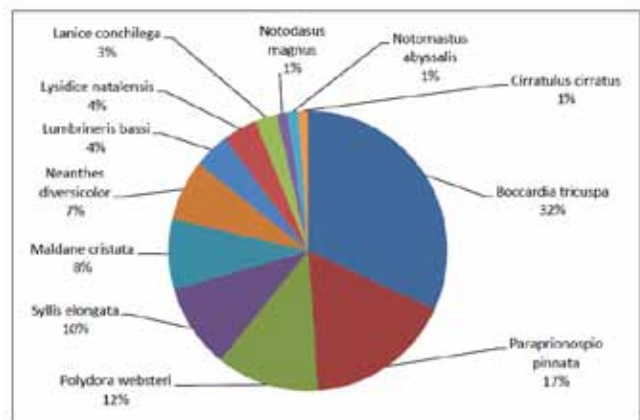
La especie *Boccardia tricuspa* es de vida sedentaria y pertenece a la familia Spionidae, fue la que reporto mayor distribución porcentual en la primera salida (septiembre) con un 70%; la segunda fue *Neanthes diversicolor* es de vida errante y pertenece a la familia Nereidae con el 15%; la tercera es *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 reporto 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).

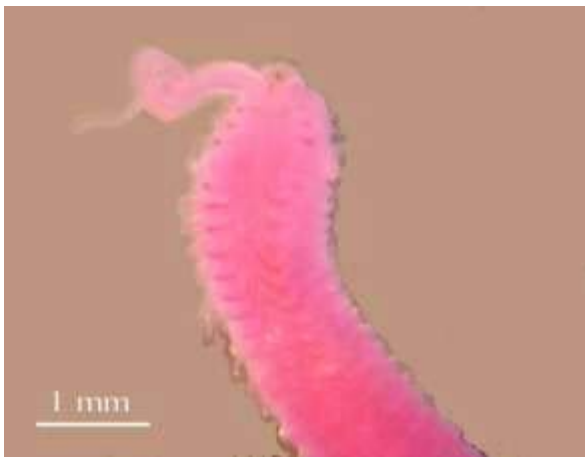


Figura 48. *Boccardia tricuspa* (sedentaria), región anterior vista dorsal.

### *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).

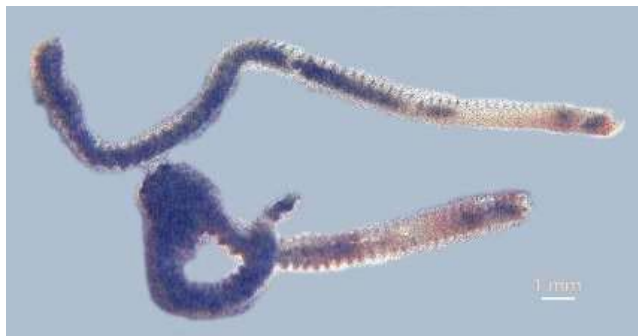


Figura 51. *Lysidice natalensis* (errante), región anterior vista dorsal.

### *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.

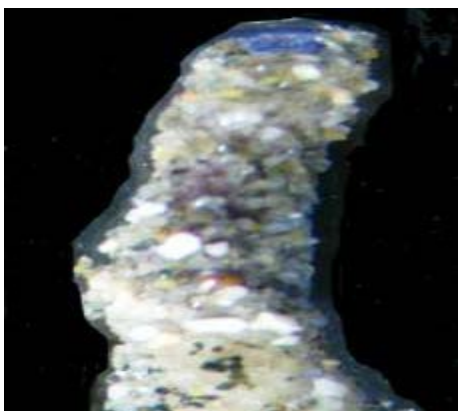


Figura 56a. Tubo compuesto por mucus y granos de arena.

### *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 tricuspis* 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 tricuspis* es la especie más frecuente con el 32%, seguido por

*Paraprionospio pinnata* 17%, en el mes de noviembre. Como especies consideradas indicadores de áreas intervenidas de origen antropogénicas, están las especies excavadoras y sedentarias como *Boccardia tricuspis* 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 tricuspis*, *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 tricuspis* (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 tricuspis*, *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 tricuspis*; 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), Phyllodocidae (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 suspensivosos 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](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 Macro bentónica 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.

# LOS CRUSTÁCEOS DECÁPODOS DE AGUAS PROFUNDAS DEL MAR ECUATORIANO

## *The Deepwater decapod crustaceans of Ecuadorian sea*

Matilde Cornejo Antepara <sup>1</sup>

Recibido el 7 de noviembre de 2013; recibido en forma revisada 5 de diciembre 2013, aceptado 12 de diciembre 2013

### Resumen

Se analizaron 63 muestras de crustáceos decápodos, colectados entre las latitudes 1°18'N y 3°12'S, en el talud continental, entre 500 a 1500 metros de profundidad. Identificándose 44 especies ubicadas así: del Suborden Dendrobranchiata, Superfamilia Penaeoidea 4, del Suborden Pleocyemata están los infraórdenes: Caridea con 18 especies, Astacidea 1, Palinura 3, Anomura 11 y de Brachyura 7. Se elaboró una clave para las familias encontradas; así como, para las especies identificadas. El análisis de los resultados en relación al aspecto zoogeográfico encontramos: 5 especies de la subprovincia de Galápagos presentes en el talud continental como: *Aristeus occidentalis*, *Munida hispida*, *Lithodes galapagensis*, *Rochinia cornuta* y *Tricopeltarium corallinus*; dos especies consideradas restringidas para la provincia Perú-Chile como *Glyphus marsupialis* y *Neolithodes diomedae* que amplían su distribución al Golfo de Guayaquil. En relación a las especies de alto potencial económico se encuentran los camarones: *Haliporoides diomedae*, *Nematocarcinus agassizii*, *Benthescymus tanneri* y *Heterocarpus hostilis*, otro de los grupos importantes tanto desde el punto vista alimenticio como económico son los cangrejos litodides como *Neolithodes diomedae*, *Paralomis papillata* y *Paralomis otsuae* que soportan una pesquería en los países del cono sur. Debido a estos aspectos se recomienda que se continúe con este tipo de estudio para conocer nuestra fauna, realizar estudio biológico de las especies para saber si pueden soportar una extracción sin afectar a las poblaciones que por siglos se encuentra en esta área.

**Palabras claves:** Dendrobranchiata, Pleocyemata, Talud continental, distribución vertical y horizontal.

### Abstract

We analyzed 63 samples of decapod crustaceans collected between latitudes 1 ° 18'N and 3 ° 12'S, on the continental slope, from 500 to 1500 meters deep. Located and identified 44 species: the Dendrobranchiata Suborder, Superfamily Penaeoidea 4 species of Suborder Pleocyemata are the Infraorder: Caridea with 18 species, Astacidea 1, Palinura 3, Anomura 11 and Brachyura 7. A key was developed for families found, as well as for the species identified. The analysis of the results in relation to zoogeographical aspects are: five species of Galapagos sub province present on the continental slope as *Aristeus occidentalis*, *Munida hispida*, *Lithodes galapagensis*, and *Tricopeltarium corallinus* *Rochinia cornuta*, two species considered to be restricted to the province Peru- Chile *Glyphus marsupialis* and *Neolithodes diomedae* and expanding their distribution to the Gulf of Guayaquil. In relation to species of high economic potential are the shrimp: *Haliporoides diomedae*, *Nematocarcinus agassizii*, and *Heterocarpus hostilis* and *Benthescymus tanneri* of their size and volume found in this survey, another of the major groups from both nutritional and economic point of view are litodides crabs as *Neolithodes diomedae*, *Paralomis papillata* and *Paralomis otsuae* that supporting a fishery in the southern cone countries. Because these matters are recommended to continue with this type of study to know our wildlife, conducting biological study of species to know whether they can withstand a removal without affecting populations throughout the centuries in this area.

**Keywords:** Dendrobranchiata, Pleocyemata, Continental slope, vertical and horizontal distribution.

<sup>1</sup> 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.

## 1. Introducción

La plataforma continental del Ecuador, y su extensión de 200 metros, es donde se ha concentrado toda la pesquería tanto de grandes y pequeños pelágicos (atún, sardina, macarela y otros); así como, la extracción de camarones, y su cultivo en la zona costera, siendo esta última actividad la principal fuente de divisas en las últimas décadas, pero poco o casi nada se conoce sobre las poblaciones que viven en el talud continental.

Por otro lado, la explotación pesquera en la plataforma pone en peligro de extinción a las especies, debido al arte de pesca utilizado para la colecta, como las redes de arrastre que provocan un gran daño y pérdida de la biodiversidad en el ecosistema bentónico. Además, la sobrexplotación produce un efecto indirecto sobre la diversidad, ya que se observa que cada día las especies que se capturan son más pequeñas y no tienen la opción de reproducirse, por lo cual las poblaciones se van perdiendo (pudiendo en algunos casos desaparecer), y/o van apareciendo especies de menor valor, interfiriendo así en la cadena trófica y por lo tanto alterando el ecosistema.

El orden decápoda comprende las especies de crustáceos que tienen mayor tamaño y de gran beneficio para el hombre, tanto en la parte alimenticia, como económica; además del gran papel que cumplen estos organismos al formar parte de algunas cadenas tróficas, debido a que ellos se alimentan de pequeños moluscos, gusanos, crustáceos o detritos y a su vez sirven de alimento para peces, aves, focas y mamíferos marinos, incluyen los muy conocidos camarones, langostas, cangrejos, cangrejos ermitaños.

El Ecuador, debido a su ubicación geográfica y a la presencia de las masas de aguas que confluyen a él, como las Aguas Tropicales Superficiales del norte y las aguas frías de la Corriente Peruana que se antepone a este flujo, da como resultado la formación del Frente Ecuatorial que se localiza entre —los 0° a 3°S, separando las aguas frías y ricas en nutrientes de la Corriente de Humboldt en su extensión en la Corriente Sur Ecuatorial de las aguas cálidas y pobres en nutrientes procedentes

del nortel Jiménez (2008), y la Subcorriente Ecuatorial o Corriente de Cromwell, que fluye de oeste a este y corre a una profundidad de 150 a 200m, hacen que esta zona goce de una gran diversidad de decápodos marinos, estuarinos y de agua dulce; no obstante, existe una escasa información sobre las especies marino – costeras, muy poco valoradas, en relación a aquellas que son utilizadas en acuicultura.

Las expediciones que se realizaron en esta zona del Pacífico Ecuatorial Oriental a finales del siglo XIX, comienzos y mediados del siglo XX, ha permitido conocer un poco la fauna de crustáceos de esta región.

En Agosto del 2008, bajo el marco de cooperación internacional entre Ecuador y España a bordo del B/O Miguel Oliver se colectó fauna demersal en el talud continental por lo que el análisis de ella ha incrementado el conocimiento de las especies ampliando su número y rango de distribución.

La finalidad de este trabajo fue identificar y describir las especies de decápodos elaborando claves para su identificación; así como, revisar su distribución geográfica y batimétrica.

### Objetivo General

1. Determinar la taxonomía y distribución de los crustáceos decápodos de aguas profundas del mar ecuatoriano

### Objetivos Específicos

1. Identificar las especies colectadas. Describir las especies
2. Elaborar y/o adaptar claves para la identificación taxonómica de las familias, géneros y especies.
3. Determinar rangos zoogeográficos.

## 2. Materiales y Métodos

### Área de Estudio

#### Aspectos oceanográficos del área

La región oceánica del Ecuador se encuentra incluida dentro del océano Pacífico oriental, específicamente en el Pacífico ecuatorial tropical

(PET), que es una banda zonal de alrededor de 4°N a 5°S centrado en la latitud ecuatorial e influenciada por las corrientes superficiales, sub corriente ecuatorial que determinan las características de distintos tipos de masas de agua. (Jiménez, 2008), (Fig. 1).



Figura 1. *Aristeus occidentalis*, hembra, vista lateral.

Debajo de estas masas de agua se encuentra el fondo oceánico donde se desarrolla una fauna muy diversa asociada a las características físicas, químicas y biológicas que en ellas se encuentra. Pazmiño y Santana (2005,2006) indican que desde el punto de vista geomorfológico la plataforma continental ecuatoriana es un margen activo definido por la placa continental sudamericano que se sumerge hasta llegar a la fosa o trinchera del Ecuador a una distancia aproximada de 30 - 40 millas náuticas de la costa. La fosa ecuatoriana es irregular pues presenta profundidades que cambian abruptamente de 300 a 3 000m debido a la subducción de la placa Nazca. El talud continental tiene la forma de una pendiente a veces muy inclinada y se extiende a todo lo largo de la línea de costa, esta región es muy rica en yacimientos mineros, como los nódulos de manganeso.

### Localidades de muestreo

Las muestras fueron colectadas durante la campaña de investigación pesquera—Ecuador 2008 a bordo del buque oceanográfico español Miguel Oliver, bajo el marco de cooperación internacional entre Ecuador y España.

La Subsecretaría de Recursos Pesqueros en su interés de conocer las especies colectadas cedió temporalmente algunos ejemplares de crustáceos para que sean estudiados e identificados, lo que permitió realizar el presente trabajo.

La campaña se realizó desde el 5 al 29 de agosto del 2008 con el objetivo fundamental de estudiar la fauna demersal que habita en el talud continental ecuatoriano entre las isobatas de 500 a 1,500 metros de profundidad. El diseño de muestreo fue por transeptos perpendiculares a la costa, estableciéndose 16 transeptos entre las latitudes 1° 18' N y 3° 12' S. (Tabla 1). En ellos se distribuyeron lances cada 200 metros de profundidad aproximadamente. Se utilizó una red de arrastre de fondo tipo LOFOTEN (arrastre con puertas) y la duración prevista de los lances fue de 30 minutos de arrastre efectivo. (de Cárdenas González E., y Ma. Paz Maroto Castaño, 2009).

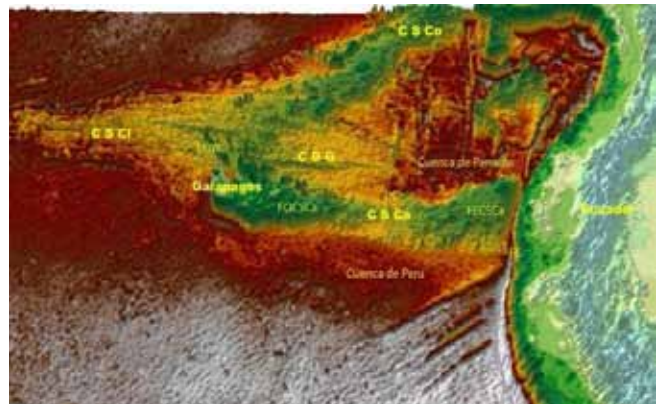


Fig.2.- Forma irregular del fondo marino en el Pacífico sur oriental, en el se aprecia las principales formaciones geológicas: CSCa (Cordillera submarina de Carnegie), CDG (Centro de Divergencia de Galápagos), CSCo (Cordillera submarina de Cocos), CSCI (cordillera submarina de Colón), FE (Fosa Ecuatoriana), LDW (Lineamientos estructurales Darwin y Wolf), DC (Depresión central de Carnegie), FOCSCa (Flanco Oeste de Carnegie), FECSCa (Flanco Este de Carnegie). Foto tomada de Pazmiño y Santana (2005- 2006).

### Trabajo de Laboratorio

Para la identificación se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de los decápodos del Pacífico tropical oriental y de otras partes del mundo debido a que algunos especies presentan amplia distribución geográfica. Los trabajos que sirvieron para la identificación a nivel de especies en camarones fueron los de Faxon (1893, 1895); Méndez, (1981); Pérez-

Farfante,(1988); Pérez-Farfante y Kensley, (1997); Holthuis, (1955); Hendrickx, (1990).

Para la identificación se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de los decápodos del Pacífico tropical oriental y de otras partes del mundo debido a que algunos especies presentan amplia distribución geográfica. Los trabajos que sirvieron para la identificación a nivel de especies en camarones fueron los de Faxon (1893, 1895); Méndez, (1981); Pérez-Farfante,(1988); Pérez-Farfante y Kensley, (1997); Holthuis, (1955); Hendrickx, (1990).

Para los cangrejos Anomuros y Brachyura se revisaron las siguientes literaturas: Benedict, (1902), Rathbun (1904), Garth (1948), Galil, (2000), Ahyong y Galil (2006), Haig, (1955, 1968, 1974), Hendrickx, (1995, 1999, 2000), Baba (1977, 2005), Baba y Haig (1990), Macpherson (1992, 2001), McLaughlin (2003), Brito (2001), Guzmán (2004), Wicksten (2008), Lemaitre (1986), Castro (2005).

En relación a la clasificación se considera el arreglo taxonómico de Bowman y Abele (1982) y para las superfamilias, familias, género y especies en los diversos autores antes mencionados.

En base al trabajo de Williams (1984), se adaptó una clave para los infraórdenes, superfamilias y familias de los ejemplares identificados, así también se elaboró claves para las familias que estaban representadas por más de tres géneros y/ o dos especies

## CARACTERES MORFOLÓGICOS DE LOS DIVERSOS GRUPOS DE DECÁPODOS

### Morfología externa de los camarones.

El cuerpo de los camarones es comprimido lateralmente y compuesto de dos regiones el cefalotórax y abdomen (Fig.3). El cefalotórax está cubierto por un caparazón sobre el cual pueden distinguirse espinas dientes y prominencias que varían en número, posición y desarrollo no solo de una familia a otra, sino entre especies del mismo género. Rodríguez, (1980). El abdomen es más largo que el cefalotórax en los camarones y también puede llevar o no espinas sobre la región dorsal que son de valor sistemático.

La característica más distintiva para diferenciar los dos grandes grupos de camarones, es la pleura del segundo segmento abdominal, en los peneidos ésta no se traslapa a la pleura del primer segmento, y en los carideos la pleura cubre tanto a la primera como a la tercera.

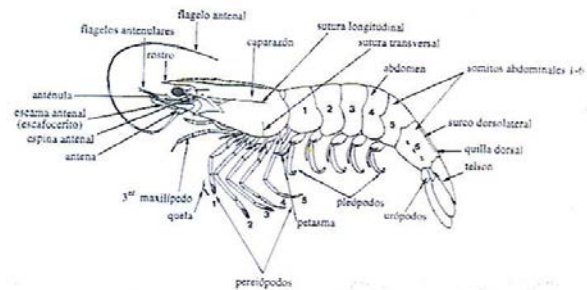


Fig. 3 Morfología general de un camarón Penaeidae. (Tomado de Hendrickx, 1995. FAO)

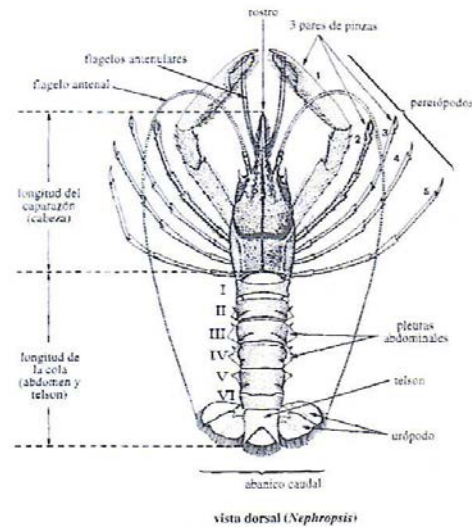


Fig. 4. Morfología general de una langosta Nephropidae, (Tomado de Hendrickx, 1995a. FAO)

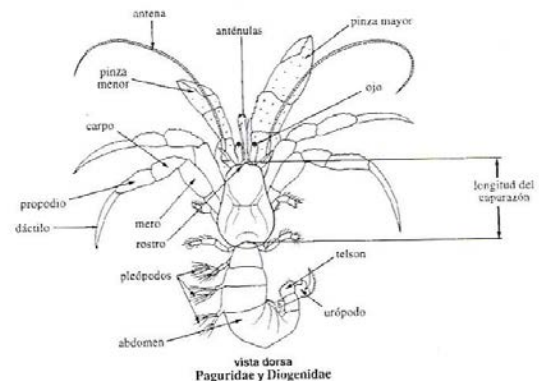


Fig.5. Morfología general de un cangrejo Paguridae. (Tomado de Hendrickx, 1995a. FAO)

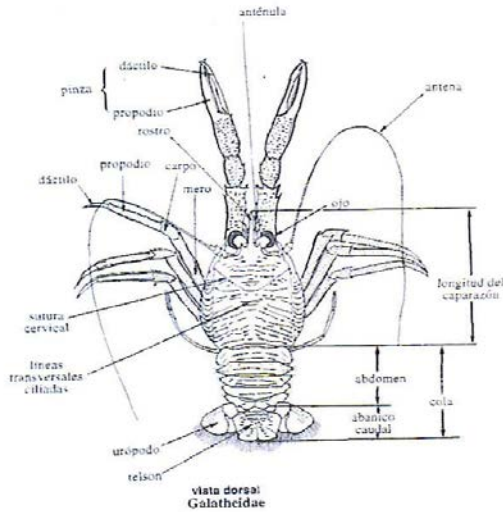


Fig. 6.- Morfología general de un cangrejo Galatheidae, Anomura. (Tomado de Hendrickx, 1995a. FAO).

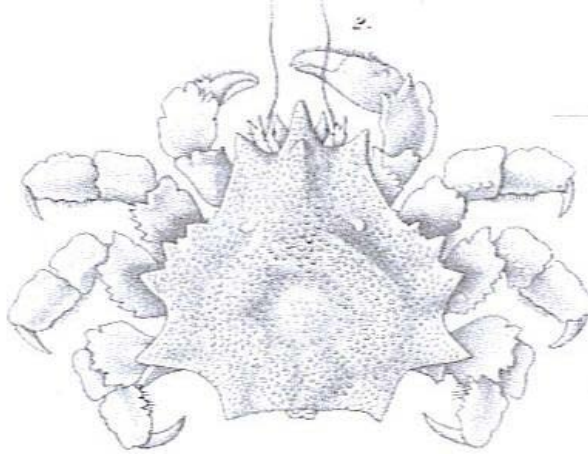


Fig. 7.- Forma externa de un cangrejo Lithodidae, (Tomado de Faxon, 1895).

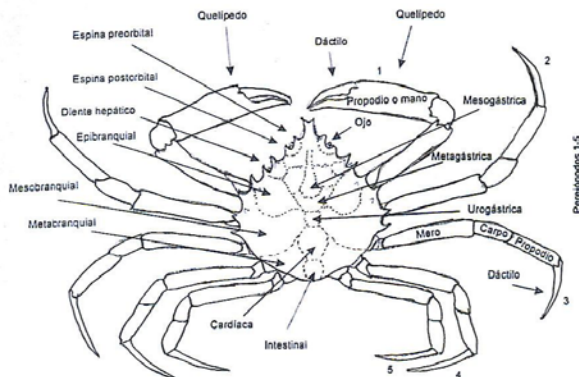


Fig. 8.- Forma general de un cangrejo Majidae, Brachyura. Tomado de Hendrickx, (1999)

### 3. Resultados

Se analizaron un total de 63 muestras de crustáceos decápodos, identificándose cuatro especies de camarones de la Superfamilia Penaeoidea, dieciocho especies del Infraorden Caridea, una del Infraorden Astacidea, tres del Infraorden Palinura, once del Infraorden Anomura y siete del Infraorden Brachyura, ubicados taxonómicamente a continuación.

**SUPERCLASE CRUSTACEA** Pennant, 1777

**CLASE MALACOSTRACA** Latreille, 180

**ORDEN DECAPODA** Latreille, 1803

**SUBORDEN DENDROBRANCHIATA** Bate, 1888

**SUPERFAMILIA PENAEOIDEA** Rafinesque-Schmaltz, 1815

**FAMILIA ARISTEIDAE** Wood-Mason y Alcock, 1891

**GÉNERO** *Aristeus* Duvernoy, 1840

*Aristeus occidentalis* Faxon, 1893

**FAMILIA BENTHESICYMIDAE** Wood-Mason y Alcock, 1891

**GÉNERO** *Benthescymus* Bate, 1881

*Benthescymus tanneri* Faxon, 1893

**FAMILIA SOLENO CERIDAE** Wood-Mason y Alcock 1891

**GÉNERO** *Hymenopenaeus* Smith, 1882

*Hymenopenaeus doris* (Faxon, 1893)

**GÉNERO** *Haliporoides* Stebbing, 1914

*Haliporoides diomedae* (Faxon, 1893)

**SUBORDEN PLEOCYEMATA** Burkenroad, 1963

**INFRAORDEN CARIDEA** Dana, 1852

**FAMILIA OPLOPHORIDAE** Dana, 1852

**GÉNERO** *Acanthephyra* A Milne Edwards, 1881

*Acanthephyra curtirostris* Wood-Mason, 1891

*Acanthephyra cucullata* Faxon, 1893

**GÉNERO** *Systemaspis* Bate, 1888

*Systemaspis cristata* (Faxon, 1893)

**GÉNERO** *Notostomus* A. Milne-Edwards, 1881

*Notostomus westergreni* Faxon, 1893

**FAMILIA NEMATOCARCINIDAE** Smith, 1884

- GÉNERO *Nematocarcinus* A. Milne Edwards, 1881  
*Nematocarcinus agasiizii* Faxon, 1893  
*Nematocarcinus ensifer* (Smith, 1882)
- FAMILIA PASIPHAEIDAE Dana, 1852  
GÉNERO *Psathyrocaris* Wood-Mason, 1893  
*Psathyrocaris fragilis* Wood-Mason, 1893  
GÉNERO *Glyphus* Filhol, 1884  
*Glyphus marsupialis* Filhol, 1884  
GÉNERO *Pasiphaea* Savigny, 1816  
*Pasiphaea americana* Faxon, 1893  
*Pasiphaea magna* Faxon 1893  
GÉNERO *Eupasiphaea* Wood-Mason, 1893  
*Eupasiphaea serrata* (Rathbun 1902)
- FAMILIA PANDALIDAE Haworth, 1825  
GÉNERO *Heterocarpus* A. Milne-Edwards, 1882  
*Heterocarpus hostilis* Faxon, 1893  
*Heterocarpus vicarius* Faxon, 1893  
GÉNERO *Plesionika* Bate, 1888  
*Plesionika tripinus* Squires y Barragán, 1976  
*Plesionika carinirostris* Hendrickx, 1990
- FAMILIA CANGRONIDAE Haworth, 1825  
GÉNERO *Metacrangon* Zarenkov, 1965  
*Metacrangon procox* (Faxon, 1893)
- FAMILIA GLYPHOCRANGONIDAE Smith, 1884  
GÉNERO *Glyphocrangon* Smith, 1884  
*Glyphocrangon vicaria* Faxon, 1896  
*Glyphocrangon alata* Faxon, 1893
- INFRAORDEN ASTACIDEA** Latreille, 1802  
FAMILIA NEPHROPIDAE Dana, 1852  
GÉNERO *Nephropsis* Wood-Mason, 1873  
*Nephropsis occidentalis* Faxon, 1893
- INFRAORDEN PALINURA**  
FAMILIA ERYONIDAE De Hann, 1841  
GÉNERO *Eryonicus* Bate, 1882  
*Eryonicus caecus* Bate? 1888
- FAMILIA POLYCHELIDAE Wood-Mason, 1875  
GÉNERO *Polycheles* Heller. 1862  
*Polycheles pacificus* (Faxon, 1893)  
*Polycheles tanneri* Faxon, 1893
- INFRAORDEN ANOMURA** MacLeay, 1838  
FAMILIA CHIROSTYLIDAE Ortmann, 1892  
GÉNERO *Gastroptychus* Caullery, 1896  
*Gastroptychus cavimurus* Baba, 1977
- FAMILIA GALATHEIDAE Samouelle, 1819  
GÉNERO *Munida* Leach, 1820  
*Munida hispida* Benedict, 1902  
GÉNERO *Munidopsis* Whiteaves, 1874  
*Munidopsis histrix* Faxon. 1893
- FAMILIA PARAPAGURIDAE Smith 1882  
GÉNERO *Parapagurus* Smith, 1879  
*Parapagurus benedicti* de Saint Laurents 1972
- FAMILIA LITHODIDAE Samouelle, 1819  
GÉNERO *Glyptolithodes* Faxon, 1895  
*Glyptolithodes cristatipes* (Faxon, 1893)  
GÉNERO *Lithodes* Latreille, 1806  
*Lithodes galapagensis* Hall, 2009  
*Lithodes wiracocha* Haig, 1974  
GÉNERO *Paralomis* White, 1856  
*Paralomis otsuae* Wilson, 1990  
*Paralomis papillata* Benedict, 1895  
*Paralomis diomedea* (Faxon, 1893)  
GÉNERO *Neolithodes* A. Milne Edwards y Bouvier, 1894  
*Neolithodes diomedea* (Benedict, 1894)
- INFRAORDEN BRACHYURA** Linnaeus, 1758  
FAMILIA HOMOLODROMIIDAE Alcock, 1900  
GÉNERO *Homolodromia* A. Milne – Edwards 1880  
*Homolodromia robertsi* Garth, 1975
- FAMILIA DORIPPIDAE Macleay, 1838  
GÉNERO *Ethusina* Smith, 1884  
*Ethusina robusta* Miers, 1886



FAMILIA PISIDAE Dana, 1851

GÉNERO *Rochina* A. Milne Edwards, 1875

*Rochina cornuta* Rathbun, 1898

FAMILIA ATELECYCLIDAE Ortmann, 1893

GÉNERO *Trichopeltarium* A. Milne Edwards, 1880

*Trichopeltarium corallinus* (Faxon, 1893)

*Trichopeltarium histricosus* Garth en Garth & Haig, 1971

FAMILIA CANCRIDAE Latreille, 1802

GÉNERO *Cancer* Linnaeus, 1758

*Cancer porteri* Rathbun, 1930

*Cancer johngarthi* Carvacho, 1989

## Aspectos Zoogeográficos y Batimétricos

### Distribución geográfica

Biogeográficamente el Ecuador está incluido dentro de la Provincia Panameña, pero debido a los sistemas de corrientes y masas de agua, la población faunística es muy variada y muchas veces encontramos especies que también provienen de la Provincia Peruano-Chilena. Por lo que la distribución geográfica de las especies se la estudiará en la banda zonal del Pacífico Ecuatorial Tropical (PET) que está comprendida entre los 4°N y 5°S. Jiménez (2008). El que puede dividirse en tres partes:

1.- Región norte entre los 1°18'N y 0°12'S. Influenciada por el agua superficial ecuatorial.

2.- Región central comprendida entre los 0° 12'S y 1° 42'S que corresponde a la parte norte del frente ecuatorial que en condiciones normales está entre los 0°- 3°S y

3.- Región comprendida en la parte sur del frente entre los 1°42'S a 3° 12'S.

Las especies encontradas en cada región son:

1.- Región norte entre 1°18'N a 0°12' S, está región está influenciada por el agua superficial ecuatorial que viene de la cuenca de Panamá, con temperaturas superiores a 25°C y con salinidades menores de 33.5‰ causado por el exceso de precipitación y descarga fluvial.

*Aristeus occidentalis*

*Benthescymus tanneri*

*Haliporoides diomedea*

*Metacrangon procax*

*Glyphocrangon alata*

*Acanthephyra*

*curtirostris*

*Heterocarpus hostilis*

*Eupasiphaea serrata*

*Pasiphaea magna*

*Nephropsis occidentalis*

*Eryonicus caecus*

*Munidopsis histrix*

*Glyptolithodes*

*crisatipes*

*Lithodes wiracocha*

*Paralomis otsuae*

*Cancer porteri*

2.- Región central comprendida entre los 0° 12'S y 1°42'S, corresponde a la parte norte del frente ecuatorial, región donde confluyen las aguas del norte con el desplazamiento de la corriente de Humboldt y la corriente sur ecuatorial que se desplaza hacia Galápagos y la Subcorriente ecuatorial de Cromwell que se dirige hacia el continente, tiene una variación anual de temperaturas entre 19° a 25°C.

*Aristeus occidentalis*

*Haliporoides diomedea*

*Hymenopenaeus doris*

*Metacrangon procax*

*Glyphocrangon alata*

*Glyphocrangon vicaria*

*Acanthephyra*

*curtirostris*

*Acanthephyra cucullata*

*Systemaspis cristata*

*Heterocarpus vicarius*

*Plesionika carinirostris*

*Plesionika trispinus*

*Glyphus marsupialis*

*Pasiphaea americana*

*Psathyrocaris fragilis*

*Nematocarcinus*

*ensifer*

*Nematocarcinus*

*agassizii*

*Polycheles tanneri*

*Gastroptychus*

*cavimurus*

*Lithodes galapagensis*

*Lithodes wiracocha*

*Paralomis papillata*

*Neolithodes diomedea*

*Trichopeltarium*

*corallinus*

*Cancer johngarthi*

*Ethusina robusta*

*Cancer porteri*

3.- Región sur comprendida entre 1°42' S y 3°2' S que corresponde a la parte sur del frente ecuatorial, donde se encontraron las siguientes especies:

*Notostomus westergreni*

*Paralomis diomedea*

*Parapagurus benedicti*

*Homolodromia robertsi*

*Tricopeltarium histricosus*

Según Méndez (1981), las especies de camarones que habitan la Provincia Panameña entre los 31°N hasta los 6°-7°S, en el talud continental están: *Hymenopenaeus doris*, *Nematocarcinus agassizii*, *Styellaspis cristata*, *Heterocarpus hostilis*; las especies que están entre los 10°N a los 6°-7°S son: *Pasiphaea americana*, *Notostomus westergreni*, *Plesionika trispinus*; Especies que se encuentran entre la Provincia Panámica y Provincia Peruana-Chilena entre los 31°N hasta los 18°S son: *Benthescymus tanneri*, *Acanthephyra curtirostris*, *Heterocarpus vicarius*, *Metacrangon procox*, especies presentes entre los 10°N hasta los 18°S está *Pasiphaea magna* y las especies que habitan sólo la Provincia Peruana – Chilena están *Glyphus marsupialis* y *Psathyrocaris fragilis*.

Con estos antecedentes podemos indicar que solo dos especies de camarones reportados han aumentado su distribución geográfica de sur a norte hasta 1° 42'S como son: *Glyphus marsupialis*, *Psathyrocaris fragilis*; mientras que Hendrickx y Estrada Navarrete (1989) señalan a *Eupasiphaea serrata* al sur de California y *Acanthephyra cucullata* hasta la Isla Malpelo en Colombia, habiéndosela encontrado a la primera a 0°42' S y la segunda a 0°12'S, ampliando de esta manera su distribución en el área.

Se describen por primera vez para el talud continental *Aristeus occidentalis*, *Munida hispida*, *Lithodes galapagensis*, *Ethusina robusta* y *Rochinia cornuta*, especies registrada en la subprovincia de Galápagos.

Las especies de amplio rango de distribución en el Pacífico Oriental están *Paralomis papillata* y *Glytolithodes cristatipes* que se distribuyen desde el Golfo de California a Chile, Wicksten (1989). Al igual que *Neolithodes diomedae* que viene desde la costas de Chile a Ecuador, Macpherson (1988)

*Nematocarcinus ensifer* y *Ethusina robusta* son reportadas como especies cosmopolitas en sus respectivos rangos de profundidad. Wicksten (1989).

Especies que han sido reportada para el Indopacífico y Atlántico están:

*Styellaspis cristata*, *Eupasiphaea serrata*, *Psathyrocaris fragilis*.

Es necesario indicar que antes de realizar una explotación pesquera comercial, se hace imprescindible realizar programas de investigación de la biología de las especies que incluyan: épocas de reproducción, crecimiento, dinámica poblacional, ecología trófica, así como estudios de rendimiento pesquero y selectividad, con la finalidad de tener una base de datos que permita un manejo adecuado de las especies y poder realizar un uso sostenible y rentable para el país.

Desde el punto de vista económico y alimenticio, podemos decir que las especies de camarones que mayor potencial registran son: *Haliporoides diomedae* y *Heterocarpus hostilis*, *H. vicarius*, *Nematocarcinus agassizii*, *Benthescymus tanneri*, *Pasiphaea magna* y *Eupasiphaea serrata* y que en el informe de la Campaña—Ecuador 2008<sup>II</sup> aparecen con el mayor número de ejemplares colectados en el área las especies *Nematocarcinus agassizii* con 49,954 ejemplares, le sigue *Haliporoides diomedae* con 39,400, *Benthescymus tanneri* 16,892 y *Heterocarpus hostilis* con 5,973 individuos, (De Cárdenas y Maroto, 2009).

Entre los cangrejos Lithodidae, se encuentran las especies del género *Paralomis*, como *P. otsuae*, *P. papillata*, *P. diomedae*, y entre los cangrejos Brachyura están *Cancer johngarthi* y *Cancer porteri*.

Es necesario indicar que antes de realizar una explotación pesquera comercial, se hace imprescindible realizar programas de investigación de la biología de las especies que incluyan: épocas de reproducción, crecimiento, dinámica poblacional, ecología trófica, así como estudios de rendimiento pesquero y selectividad, con la finalidad de tener una base de datos que permita un manejo adecuado de las especies y poder realizar un uso sostenible y rentable para el país.

#### **Distribución batimétrica de las especies.**

La distribución vertical de las especies está sujeta a la capacidad que tienen los organismos para

desplazarse en la columna de agua y a veces es difícil indicar en forma estricta, si una especie es bentónica o pelágica, debido a la metodología de colecta que usan, que por lo general son redes de arrastres abiertas, impidiendo saber exactamente si se la tomo del fondo o en la masa de agua. Esto es verdad especialmente en los camarones, que pueden realizar migraciones verticales.

De acuerdo al rango de profundidad en la que han sido encontradas las especies, se distinguen las que son bentónicas (B), pelágicas (P), bentopelágicas (BeP), mesopelágicas (MP), batipelágicas (BP) y meso-batipelágica (M y BP). Méndez, (1981), Wicksten, (2000).

Lo que corresponde a la distribución batimétrica tenemos especies colectadas entre los 400 a 600m de profundidad, entre las que están:

*Aristeus occidentalis*,  
*Haliporoides diomedea* (B)  
*Metacrangon procax*, (B)  
*Heterocarpus vicarius* (B)  
*Plesionika carinirostris*,  
*Plesionika trispinus* (B) y (BP)  
*Pasiphaea americana*, (MP y BP)  
*Parapagurus benedicti* (B)  
*Cancer johngarthi*, (B)  
*Cancer porteri* (B)

Las que fueron colectadas entre los 600 a 1100 m se incluyen:

*Glyphus marsupialis*, (B)  
*Metacrangon procax*, (B)  
*Acanthephyra curtirostris*, (M y BP)  
*Eupasiphaea serrata* (P)  
*Pasiphaea magna*, (BP) y (BeP)  
*Psathyrocaris fragilis* (B) (BP)  
*Glyphocrangon alata*, (B)  
*Nephropsis occidentalis* (B)  
*Polycheles tanneri*, (B)  
*Lithodes wiracocha*, (B)  
*Paralomis diomedea*, (B)  
*Homolodromia robertsi*, (B)  
*Trichopeltarium histricosus*, (B)  
*Rochinia cornuta*, (B)  
*Cancer johngarthi*, (B)

Las que se colectaron entre los 1100 a 1600m de profundidad están:

*Benthesicymus tanneri*, (BeP)  
*Haliporoides diomedea* (B)  
*Hymenopenaeus doris*, (B)  
*Glyphocrangon vicaria*  
*Acanthephyra curtirostris*, (M y BP)  
*Acanthephyra cucullata*  
*Systellaspis cristata*,  
*Notostomus westergreni* (M y BP)  
*Heterocarpus hostilis*, (B)  
*Nematocarcinus ensifer*  
*Eryonicus caecus*, (B)  
*Paralomis otsuae*, (B)  
*Paralomis papillata*, (B)  
*Trichopeltarium corallinus*. (B)  
*Ethusina robusta*, (B)  
*Lithodes galapagensis*, (B)

Haciendo un análisis particular con los camarones podemos observar en la Tabla 2 que el 63.6% de las especies de camarones peneidos y carideos, conservan su rango de distribución encontrado por Faxon (1895) y Méndez (1981). El 13.6 % se las ha encontrado en aguas más someras y el 4.5 % ha aumentado su distribución vertical.

**Tabla 2.** Batimetría de los camarones de la Superfamilia Penaeoidea, e Infraorden Caridea registrados por Faxon (1895), Méndez (1981) y las especies encontradas en la Campaña —Ecuador 2008!, la profundidad se da en metros.

ESPECIES	Faxon, 1895	Méndez, 1980	Cornejo, 2010
<b>Infraorden Penaeidea</b>			
<i>Aristeus occidentalis</i>	553 – 641		499-596
<i>Benthesicymus tanneri</i>	553 - 2210	484-1,300	1,287
<i>Haliporoides diomedea</i>	765 - 1705	240-1,886	499-1,287
<i>Hymenopenaeus doris</i>	3141 - 3731	549-4,802	1,244
<b>Infraorden Caridea</b>			
<i>Metacrangon procax</i>	1104 - 1503	800-1,300	507-921
<i>Glyphocrangon alata</i>	1103 - 1220	600-1300	918-921

<i>Glyphocrangon vicaria</i>	1287 - 2274	938-3880	1,553
<i>Acanthephyra curtirostris</i>	1103 - 3731	660- 4970	921-1328
<i>Acanthephyra cucullata</i>	2962		1282
<i>Systellaspis cristata</i>		400-1772	1508
<i>Notostomus westergreni</i>	2908	1000-1100	1329
<i>Heterocarpus hostilis</i>	1220 - 1705	187-1000	1287
<i>Heterocarpus vicarius</i>	351 - 478	383-800	520
<i>Plesionika carinirostris</i>			520
<i>Plesionika trispinus</i>		140-430	520
<i>Eupasiphaea serrata</i>			986
<i>Glyphus marsupialis</i>		500-1160	750
<i>Pasiphaea americana</i>	433 - 921	150 - 576	501 - 506
<i>Pasiphaea magna</i>	766	700- 1000	986
<i>Psathyrocaris fragilis</i>		315 - 1886	921
<i>Nematocarcinus agassizii</i>	224 - 1705	484-900	
<i>Nematocarcinus ensifer</i>	1480 - 2998		1584

#### 4. Conclusiones

- De las 44 especies identificadas el 40% corresponden a los camarones carideos y un 9% a los peneidos, los cangrejos Anomuros tuvieron un 25% en relación a los cangrejos brachyuros que tuvieron un 15% de la fauna total.
- El 36.4% de las especies identificadas se encontraron en la parte norte del área de estudio entre 1°18'N a 0°12' S influenciadas por las aguas tropicales superficiales.
- El 40.9 % de las especies estuvieron entre los 0° 12'S y 1° 42'S que corresponde a la parte norte del frente ecuatorial.
- El 18% de las especies estuvieron presente en las dos regiones, es decir entre 1° 18'N y 1° 42'S y sólo el 11.4% estuvieron en la

parte sur del frente ecuatorial, entre 1° 42'S y 3° 2'S.

- En este estudio se amplía el límite de distribución para *Aristeus occidentalis*, *Munida hispida*, *Lithodes galapagensis*, *Rochinia cornuta* y *Trichopeltarium corallinus* registrada para las Islas Galápagos.
- Especies que amplían su distribución de Norte a Sur:
  - Eupasiphaea serrata* desde el Banco de Cortez en California hasta 0°42'
  - Acanthephyra cucullata* desde los 4°56' N a 0° 12'S.
- Especies que amplían su distribución del Sur al Norte están:
  - Lithodes wiracocha*, especie endémica registrada para Perú y que amplía su distribución de 3°48' S a 1°24'S, *Glyphus marsupialis* de 7° 56 'S a 0° 48'S y *Psathyrocaris fragilis*.
- Especies cosmopolitas: *Nematocarcinus ensifer* y *Ethusina robusta*.
- Especies que por su tamaño poseen un alto potencial económico: *Aristeus occidentalis*, *Haliporoides diomedeeae*, *Benthescymus tanneri*, *Pasiphaea magna*, *Eupasiphaea serrata*, *Heterocarpus hostilis*, *H. vicarius*, *Nephropsis occidentalis*, *Cancer johngarthi* y *Cancer porteri*.

#### 5. Recomendaciones

- Se recomienda realizar gestiones ante la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, con el fin de solicitar que las muestras analizadas pasen a formar parte del Museo del Departamento de Ciencias del Mar.
- Debido a que el objetivo de este muestreo fue valorar la fauna demersal potencialmente económica y habiéndose encontrado especies como *Haliporoides diomedeeae*, *Benthescymus tanneri*, *Heterocarpus hostilis* y *Nematocarcinus*

*agassizii* muy abundantes en el área, se debe considerar su estudio biológico y ecológico, con el fin de mantener una pesquería sustentable.

- Además se recomienda continuar con este tipo de estudio, pues la falta de continuidad en la exploración del fondo marino impide conocer la verdadera diversidad de los decápodos en esta área.

## Referencias

- [1] **Abele L.G & B. E. Felgenhauer 1982.** Decapoda en: S.P. Parker, ed., *Synopsis and Classification of living organisms*, vol. 2., pp:296-326. McGraw-Hill Book Company, New York.
- [2] **Abele L.G. & W. Kim 1986.** An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida. *Dept. Environm. Regul. Tech. Series*. 8(1):i-xviii. 1-326.
- [3] **Ahyong S. T y B. S. Galil. 2006.** Polychelidae from the southern and western Pacific (Decapoda, Polychelidae). *ZOOSYSTEMA*. 28(3). [www.zoosystema.com](http://www.zoosystema.com)
- [4] **Baba K. 1977.** *Gastroptychus cavimurus* sp. nov., a new Chirostylid (Crustacea, Decapoda, Anomura) from of the western coast of South America. *Zoologische Mededelingen., Leiden* 52 (16): 201-207, figs. 1-3
- [5] **Barría E. M. & C. G. Jara, 2005.** Nuevo registro de *Paralomis otsuae* Wilson, 1990 (Decapoda, Anomura, Lithodidae) en la costa centro - sur de Chile. *Inves. Mar. Valparaíso*, 33 (1): 115-120.
- [6] **Bate, C.S. 1888.** Report on the Crustacea Macrura collected by HMS Challenger during the years 1873-1876. *Challenger Rept. Zool.* 24: 1 - 942
- [7] **Brito J. L. 2002.** Lithodidae registrados frente a San Antonio, Chile central (Crustáceo, Anomura). *Investigaciones Marinas*, versión On-line ISSN 0717-7178.
- [8] **Borradaile, L. A., 1907.** On the classification of the decapod crustaceans. *Annal and Magazine of Natural History*, (7)19:457-486.
- [9] **Boschi EE. 2000.** Species of Decapod Crustaceans and Their Distribution in the American Marine Zoogeographic Provinces. *Rev. Invest. Des. Pesq.* N° 13: 7-136.
- [10] **Bowman, T.E. & L.G. Abele. 1982.** Classification of the recent Crustacea. *Biol. Crust. In:* L. G. Abele (ed) *The Biology of Crustacea*. Vol. 1: Systematics, the Fossil record, and Biogeography. *Academy Press, New York, USA*. 1-27
- [11] **Burkenroad, M. D. 1963.** The evolution of the Eucarida (Crustacea Eumalacostraca), in relation to the fossil record. *Tulane Studies in Geology*. 2 (1):1-17.
- [12] **Burkenroad, M. D., 1981.** The higher taxonomy and evolution of Decapoda (Crustacea). *Transactions of the San Diego Natural History Society*, 19 (17):251- 268.
- [13] **Calman, R. T., 1909.** Crustacea. En: R. Lankester (ed). *A Treatise on Zoology. Vol. VII*. Adams & Charles Black, London.
- [14] **Cárdenas González E. De, y M. Paz Maroto Castaño .2009.** Informe de Investigación Pesquera Campaña Ecuador 2008, B/O Miguel Oliver pp: 63 Subsecretaría de Pesca.
- [15] **Cañón J. R. 1976.** Resultados de arrastres exploratorios de profundidad efectuados en el B/I —Eastwardll en el Golfo de Guayaquil durante el mes de Noviembre de1976. Serie Informes Pesqueros N°07/76 Inst. Nacional de Pesca. Ecuador.
- [16] **Castro P. 2005.** Crabs of the subfamily Ethusinae Guinot, 1977 (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Dorippidae) of the Indo-West Pacific region. *ZOOSYSTEMA*. 27 (3). [www.zoosystema.com](http://www.zoosystema.com) [6/05/2009]
- [17] **Chace, F. A. 1986.** The caridean shrimps (Crustacea: Decapoda) of the —Albatrossl Phillipine Expedition, 1907- 1910, Part.4; Families Oplophoridae and Nematocarinidae, *Smithson. Contr. Zool.* 432:1-82.
- [18] **Faxon, W.1893.** Reports on the dredging operations off the west coast of Central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico, and the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish Commission —Albatrossl, during 1891,, Lieut. Commander Z.L. Tanner, U,S,N., commanding. VI. Preliminary descriptions of the new species of Crustacea. *Bull. Mus. Com. Zool. Harvard*. 24:140-220.
- [19] **Faxon W. 1895.** Reports on an exploration off the west coast of Mexico, Central and South America, and the Galapagos Islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer —Albatrossl, during 1891, Lieut. Commander Z.L. Tanner, USN., commanding XV. The stalk-eyed Crustacea. *Mem. Mus. Comp. Zool. Harvard*, 18:1-292
- [20] **Felgenhauer B. & L. Abele. 1983.** Phylogenetic Relationship among Shrimp-like decapods., en: Schram, F. R. (ed) *Crustacean Phylogeny, Crustacean Issues*. Schram, F.R. (series ed). Vol 1. Rotterdam: A.A. Balkema: 291-311pp. <http://decapoda.nhm.org/references/newpdfs.html?pagescale=normal> [11/03/2009]
- [21] **Glaessner, M.F., 1969.** Decapoda. En: R.C.Moore (ed). *Treatise on invertebrate Paleontology. Arthropoda 4. Part R. Vol.2:* R399-533. Lawrence: Geol. Soc. Am & Univ. Kansas Press.
- [22] **González K. 2000.** Revisión Histórica de las Investigaciones de los Crustáceos Decápodos en la

Zona Costera del Ecuador. CEBIMAR Subsecretaría del Medio Ambiente

- [23] **Guzmán G. L., 2004.** Oplophoridae (Decapoda, Caridea) in Southern Pacific Ocean, revision of Chilean Species. *Gayana* 68 (1); 70-75. Version On – line ISSN 0717-6538
- [24] **Guzmán, G., P. Báez & J. Sellanes, 2009.** Primer registro de *Trichopeltarium corallinus* (Faxon, 1893) para el mar de Chile y nuevo registro de *T. hystricosus* (Garth, en Garth & Haig, 1971) (Decapoda: Brachyura: Ateleycyclidae). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 37 (2): 275-279.
- [25] **Haig J., T. Hopkins & T. Scandland. 1970.** The Shallow Water Anomuran Crab Fauna of Southwestern Baja California, Mexico. *San Diego Soc. Nat. Hist. Trans.* 16 (2): 13-32
- [26] **Haig J. 1955.** The Crustacea Anomura of Chile. Reports of The Lund University Chile Expedition 1948-49. Contribution N° 158., pp: 1-68 From the Allan Hancock Foundation.
- [27] **Revuelta A. G., & V. H. Andrade. 1978.** Nueva localidades para *Lithodes murrayi* Henderson en el Pacifico Sud Oriental (Crustacea, Decapoda, Anomura, Lithodidae). *Nat. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. (Chile).* 22: 3-4.
- [28] **Wicksten M. K. 2008.** Decapod Crustacea of the Californian and Oregonian Zoogeographic Provinces.  
<<http://repositories.edlib.org/sio/lib/26/>> [Mayo /6/2009]
- [29] **Williams, A.B, 1984.** Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., U.S.A., 550pp.

# DISTRIBUCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES, *Escherichia coli* Y ENTEROCOCOS EN EL AGUA Y SEDIMENTO EN EL ESTERO SALADO (TRAMOS B, D, E Y G)

*Distribution and Concentration of Total Coliform, Fecal Coliform, Escherichia coli and Enterococci in water and sediment in the Estero Salado (Sections B, D, E and G)*

Guillermo Baños Cruz <sup>1</sup>, Rubén Castro Rendón <sup>2</sup>

Recibido el 24 de agosto de 2013; recibido en forma revisada 15 de noviembre 2013, aceptado 3 de diciembre 2013

## Resumen

Se realizaron dos muestreos en marea baja, uno en diciembre (2009) y el otro en enero (2010) para determinar los microorganismos existentes en el Estero Salado que son los indicadores de contaminación. Un total de nueve estaciones fueron ubicadas a lo largo del Estero Salado en los Tramos B, D, E y G. Los resultados obtenidos en diciembre del 2009 indican una fuerte contaminación bacteriana en el agua, cuyos valores variaron desde 180NMP/100 mL hasta 160000NMP/100 mL en coliformes totales, coliformes fecales y *escherichia coli*, en cambio los valores para enterococos fueron de 180NMP/100 mL hasta 7900 NMP/100 mL; para los sedimentos los valores fueron desde 360NMP/100 g hasta 110000 NMP/100g para coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli* y para los enterococos, los valores fueron 300NMP/g hasta 29000NMP/g, estos resultados están por encima de los niveles máximos permitidos. Dentro de los parámetros físico-químicos que afectan a la contaminación fueron la salinidad, el oxígeno disuelto y la temperatura. En enero (2010), los coliformes totales en el agua tuvieron valores entre 84 NMP/100 mL y 7000 NMP/100mL, para los coliformes fecales (4NMP/100mL - 450NMP/100mL), *E. coli* (1,8 NMP/100mL -180 NMP/100mL) y los enterococos (6NMP/100mL- 610NMP/100mL). En sedimento, los valores fueron relativamente bajos en comparación con los datos de sedimentos en diciembre. Los datos obtenidos indican que existen variaciones muy marcadas en las estaciones dentro del Estero Salado, lo cual se presume que existe un proceso continuo de contaminación.

**Palabras claves:** Estero Salado, Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, Enterococos.

## Abstract

Two samplings were performed at low tide, one in December (2009) and the other in January (2010) to determine the microorganisms in the Estero Salado which are indicators of pollution. A total of nine stations were located along the Estero Salado in Sections B, D, E and G. The results obtained in December 2009 indicate a strong bacterial contamination in the water, the values ranged from 180NMP/100 mL to 160000NMP/100 mL total coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli*, whereas the values for enterococci were 180NMP/100mL to 7900MPN/100 mL for sediment values ranged from 110,000NMP/100g to 360NMP/100 g for total coliforms, fecal coliforms and *E. coli* and enterococci, values were 300NMP / g to 29000NMP / g, these results are above the maximum permitted levels. Within the physical-chemical parameters affecting pollution were salinity, dissolved oxygen and temperature. In January (2010), total coliforms in water had values between 84NMP/100mL and 7000 NMP/100ml for fecal coliforms (4NMP/100mL - 450NMP/100mL), *E. coli* (1.8 NMP/100mL- 180 NMP/100mL) and enterococci (6NMP/100mL-610NMP/100mL). In sediment values were relatively low in comparison with the data of sediment in December. The data indicate that there are variations in the marked seasons in the Estero Salado, which suppose that there is a continuum of contamination.

**Keywords:** Estero Salado, Total coliforms, Fecal coliforms, *Escherichia coli*, Enterococci.

<sup>1</sup> Biólogo, Tesis de Grado para la obtención del Título de Magister en Ciencias con Énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y el Medio Ambiente – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

<sup>2</sup> Rubén Castro Rendón, Magister en Ciencias de Saneamiento Ambiental, Universidad de Gante, Investigador Pesquero, Instituto Nacional de Pesca, Letamendi 102 y la Ría.

## 1. Introducción

La contaminación microbiana se ha convertido en un tema de gran interés, debido a que la presencia de bacterias patógenas en el agua tiene una relación directa con la salud pública, por consiguiente, existe la necesidad de incrementar la investigación sobre fuentes y niveles de esta forma de contaminación (Barrera y Wong, 1996).

Más del 50% de la población mundial reside dentro de los 200 kilómetros de la zona costera. Para el año 2025 ese porcentaje ha sido proyectado incrementarse hasta en un 70 % (Hinrichsen, 1998). De tal manera que, ésta tendencia ha conducido a problemas como incremento de desechos municipales e industriales, ejerciendo aun mayor presión en los sistemas costeros conllevando a problemas y forzando aun más la capacidad límite de las plantas de tratamiento de aguas servidas. En este sentido, en el Ecuador y específicamente en Guayaquil, el gran desarrollo poblacional de la ciudad, producido durante las décadas del sesenta y setenta, estableció un gran desequilibrio entre el crecimiento de la urbe y el de sus servicios de infraestructura, especialmente el de alcantarillado sanitario, y así las aguas residuales de las áreas en desarrollo se dejaron correr libremente hacia el Estero Salado, rompiendo el balance pre-existente e iniciando el proceso de creciente acumulación de materia contaminante que lleva día a día el ritmo de contaminación de sus aguas.

En la actualidad, según datos municipales, los más grandes problemas de contaminación en el Estero Salado se encuentran en las inmediaciones de las ciudadelas Bellavista, Los Ceibos, Miraflores, entre otras. En áreas como Urdesa Norte, el ramal que forma parte del Bosque Salado Norte presenta un tono grisáceo y a ratos transporta basura. El director de Ambiente del Cabildo, Mauricio Velásquez reconoce que todavía hay industrias que evaden los controles, pero asegura que intentara contrarrestar esa situación con el trabajo de vigilancia que efectúan las lanchas a motor. La decisión de preservar el estero implica también el control de los asentamientos informales

e incluso el posible desalojo de quienes no cuentan con los documentos que avalen su presencia en las márgenes de este cuerpo de agua (<http://archivo.eluniverso.com/2007/12/23/0001/1064>). De acuerdo a Solórzano (1989), las aguas del Estero Salado sufren una contaminación severa de desechos domésticos e industriales debido a la descarga de la ciudad de Guayaquil y de la terminal de operaciones petrolera.

En estos ecosistemas se han determinado puntos críticos de contaminación como por ejemplo en el Estero Salado, la zona cercana a los puentes Miraflores, Perimetral, Isla Trinitaria y en el río Guayas en el área de Puerto Marítimo, donde la calidad del agua de acuerdo a las características físico-químicas se las cataloga como zonas fuertemente intervenidas, con aguas anoxicas o altamente deficitarias de oxígeno, alta demanda bioquímica de oxígeno como resultado de la presencia de sustancias reductoras, aguas fuertemente eutrofizadas por el aporte de sustancias orgánicas e inorgánicas; evidente contaminación por hidrocarburos de petróleo debido tanto a los efluentes de origen industrial y doméstico como también a la evacuación de las sentinas de las embarcaciones que navegan por sus aguas y, una evidente contaminación por microorganismos patógenos. Ocasionalmente ocasionando serios daños a la calidad del aire, agua, sedimentos, flora, fauna y sobre las actividades socio económicas de la población asentada en los sectores (Ordoñez, 2007).

### Objetivo General

1. Determinar la población y distribución espacial de los coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y enterococos en el agua y sedimento de los tramos B, D, E y G del Estero Salado.

### Objetivos Específicos.

1. Determinar los niveles de densidad de población presentes en el agua y sedimentos.
2. Determinar las variables que inciden en la cuantificación mediante el empleo de métodos estadísticos.



## Hipótesis

Existen altas densidades de población de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y enterococos en el agua y sedimentos en los tramos B, D, E y G del Estero Salado provenientes de las descargas de aguas residuales no tratadas y de las escorrentías de la ciudad de Guayaquil?

## 2. Materiales y Métodos

### Área de estudio

El estero salado forma parte del ecosistema del estuario del río Guayas. Se ubica al oeste del referido río, configurando el borde occidental del delta del estuario (Figura 2). El salado es un sistema estuarino compuesto por una compleja red de drenajes, mientras que desde el punto de vista geomorfológico y oceanográfico es un brazo de mar.

Este estero ha sido ampliamente intervenido por asentamientos humanos desde los orígenes mismos de la ciudad. Tiene un comportamiento atípico en sus tramos interiores en comparación con otros estuarios del país, por lo que se considera un lago estancado, con muy poca renovación de agua en sus tramos interiores (Hidroestudios, 2003).

La precipitación anual es del 80% en la estación lluviosa (diciembre a abril) y del 20% en la estación seca (mayo a diciembre). La temperatura promedio oscila entre los 20 y 27 °C, una temperatura cálida durante casi todo el año.

Se seleccionaron nueve estaciones para el muestreo cuyas ubicaciones se relacionaron con la posible influencia de aportes de agua residual, seis estaciones en el tramo B, y una estación en los tramos, D, E y G (Figura 3, Tabla1).

### Metodología

Se realizaron dos muestreos en marea baja, uno en diciembre del 2009 y otro en enero del 2010, tomando muestras de agua superficial (más o menos a 10 centímetros) y sedimento. Se analizaron 18 muestras (nueve de agua y nueve de sedimento). Las muestras de agua fueron tomadas

con frascos estériles con capacidad de 500 ml., y luego en hielo para posterior análisis en el laboratorio.

El sedimento se colectó con una draga tipo Van Veen de tres litros de capacidad, la cual fue colocada en fundas de polietileno y después en hielo para su transporte al laboratorio.

Para la muestras de agua y sedimento se determino el numero más probable (NMP) de bacterias por la técnica de tubos múltiples, con tres diluciones y tres replicas, los resultados como NMP, lo cual está basado en tablas de probabilidad estadística. Este método permite conocer la densidad bacteriana en la muestra.

Para el posicionamiento de las estaciones se utilizo un GPS (marca Garmin 76CSX).



Figura 3. Ubicación de la estaciones de muestreo en el Estero Salado.

### Procesamiento de las muestras (agua y sedimento).

Las muestras para enterococos se procesaron de acuerdo al “Stándar Methods for the examination of wáter and wastewater”, 21 st edition USA.

Las concentraciones de coliformes totales, coliformes fecales y *E.coli* se determinaron siguiendo la metodología estándar de tubos múltiples con cinco replicas (NMP), propuesto por Bacteriological Analytical Manual, Food and Drug Administration 2002.Cap. 4 lit. A –F,-USA.

Casi todos los métodos usados para detectar coliformes totales, coliformes fecales y *E.coli* son

de enumeración que están basados en la fermentación de la lactosa. El método consta de tres etapas: prueba presuntiva, prueba confirmativa y prueba complementaria. La prueba presuntiva consiste en colocar volúmenes determinados de muestra en una serie de tubos conteniendo caldo de lauril triptosa y son incubados a 35 °C durante 24 -40 horas. En esta prueba la actividad metabólica de las bacterias es estimulada vigorosamente y ocurre una selección inicial de organismos que fermentan la lactosa con producción de gas. La formación de gas, constituye una prueba presuntiva positiva para la presencia de bacterias del grupo coliforme.

La prueba confirmativa consiste en transferir todos los tubos positivos de la prueba presuntiva a tubos conteniendo caldo lactosado bilis verde brillante 2% y son incubados durante 24 – 48 horas a 35 °C. Esta prueba reduce la posibilidad de resultados falsos gran – positivos que pueden ocurrir por la actividad metabólica de los organismos formadores de esporas. La producción de gas a 35 °C después de las 24 – 48 horas constituye una prueba confirmativa positiva.

La prueba complementaria consiste en transferir por inoculación en estrías, las bacterias a partir de los tubos de caldo lactosado bilis verde brillante positivo a placas de agar endo o agar eosina azul de metileno y luego son incubados a 35 °C durante 24 horas. Las colonias típicas y atípicas son transferibles a tubos con caldo lauril triptosa y tubo con agar inclinado. Sera positiva cuando haya producción de gas a partir de la fermentación de la lactosa y por el examen microscópico sea demostrada la presencia de bacilos gran-negativos no esporulados en las bacterias desarrolladas en el agar inclinado.

Las muestras de agua y suelo para la determinación de bacterias fueron analizadas en el laboratorio de la compañía Inspectorate del Ecuador S.A. en la ciudad de Guayaquil.

Los datos de los parámetros físicos-químicos, se determinaron simultáneamente a la colecta de la bacterias, estos incluyen: temperatura y pH, con un equipo multiparamétrico portátil, marca Extrech Instruments (medidor de pH y conductividad con temperatura, rango del pH de 1

a 14 con una resolución de 0.02 y el rango de la temperatura de 0 a 50 °C y una resolución de 0.1 C); la salinidad mediante un refractómetro, marca Acua fauna (Bio-Marine Inc.USA con un rango de 0 a 100 ‰ y una resolución de 1‰) y el oxígeno disuelto se lo determino mediante el método yodometrico, que es un procedimiento titulometrico basado en la propiedad oxidante del oxígeno disuelto.

### 3. Resultados

Los datos obtenidos en este estudio fueron evaluados en función de las condiciones que prevalecieron en las nueve estaciones muestreadas en el Estero Salado. (Tabla 18 y 19).

#### Parámetros físico-químicos

##### *Temperatura (T°C).*

Los valores fueron constantes en los dos muestreos con una temperatura promedio en diciembre de 27.3°C y en enero de 28.6°C.

##### *Oxígeno Disuelto (OD).*

Concentraciones bajas de OD, menores a 1 mg/L, se registraron en las primeras estaciones desde el Puente Av. Linderos hasta La “Y” en los dos meses de muestreos, para luego incrementarse a partir del Puente 5 de Junio. En el mes de diciembre las concentraciones más altas de oxígeno (1.56 mg/L) se presentaron en la Boya (M2) y en enero en el Puente Portete (4.42 mg/L). Es importante mencionar que en algunas estaciones de muestreos se encuentran tuberías que descargan aguas no tratadas o por industrias que vierten directamente sus desechos al estero.

##### *Potencial de Hidrogeno (pH).*

El pH en diciembre registro un valor promedio de 7.19 y en enero de 7.31, manteniéndose constante en todas las estaciones muestreadas.

**Salinidad (S‰).**

La salinidad promedio en diciembre fue de 16.8‰, presentando valores bajos (0.0‰) en las estaciones Puente Av. Linderos y Puente Miraflores y el valor más alto se registro en el Puente Portete con 32.0‰. En el segundo muestreo realizado en enero las salinidades disminuyeron con respecto a diciembre, registrando un valor promedio de 12.0‰. Se encontraron valores de cero salinidad en los Puentes de Av. Linderos, Miraflores y Alban Borja y un valor máximo en la estación Boya (M2) de 25‰.

**Parámetros Bacteriológicos*****Coliformes totales (agua y sedimento).***

La presencia de bacterias coliformes totales en agua fueron muy representativas en el mes de diciembre (2009), registrando valores desde < 180 a >160000 NMP/100mL. Las mayores concentraciones se encontraron en los puentes: Av. Linderos, Miraflores y Alban Borja; mientras que menores concentraciones se presentaron en el resto de estaciones. En cambio el mes de enero (2010) las concentraciones fueron muy bajas desde 84 a 7000 NMP/100g (Figura 8).

En lo referente a sedimentos, en diciembre (2009) se evidencio valores altos por contaminación bacteriana, comprendidos entre 1500 a >110000 NMP/100g. Estos valores se encontraron en las estaciones: Puente Av. Linderos, Puente Miraflores, Puente Alban Borja, Puente Las Monjas, Dos tubos y la "Y". En cambio, en enero dichos valores fueron bajos con rangos de 2800 a 110000 NMP/100g, registrando el valor más alto en el Puente Miraflores (110000 NMP/100g).

***Coliformes fecales (agua y sedimento).***

La concentración de coliformes fecales en agua es similar a la encontrada para coliformes totales para las mismas estaciones y época del año, con un rango de <180 a >160000 NMP/100ml. Mientras que enero (2010) las concentraciones fueron muy bajas con valores de 4 a 450 NMP/100ml.

En el sedimento, las concentraciones de coliformes fecales fueron muy similares a las encontradas para coliformes totales en el mismo mes y estaciones (Av. Linderos, Miraflores, Las Monjas, Dos Tubos y la "Y"), con valores que oscilaron entre <3 a >110000 NMP/100g; concentraciones menores se registraron en la estación Puente Alban Borja (210 NMP/100g) y Puente 5 de Junio (210 NMP/100g). En tanto que en enero los valores fueron bajos con rangos de <300 a 4300 NMP/100g.

***Escherichia coli (agua y sedimento).***

La bacteria *Escherichia coli*, en el agua presenta la misma tendencia en su concentración, registrando los valores más altos en las primeras estaciones (Puente Av. Linderos, Puente Miraflores y Puente Alban Borja) con concentraciones que van de <180 a >160000 NMP/100ml. En el resto de estaciones fueron pocas representativas. Para el siguiente muestreo en enero, las concentraciones fueron bajas con valores de <1,8 a <180 NMP/100ml.

En sedimento, durante el mes de diciembre (2009), se encontraron concentraciones de *Escherichia coli* en un rango de <300 a >110000 NMP/100g. Las estaciones fueron las mismas que han registrado las concentraciones más elevadas con el resto de bacterias. En enero (2010), la tendencia fue baja con valores de <180 a <300 NMP/100g.

***Enterococos (agua y sedimento).***

En el análisis de agua realizado el mes de diciembre del 2009, se encontró presencia de enterococos en todas las estaciones muestreadas en un rango de <180 a 7900NMP/100ml. La estación ubicada en el Puente Miraflores fue la que registro la concentración más elevada (7900 NMP/100ml) y el valor más bajo en la estación Boya (M2) con <180 NMP/100ml. Mientras que en enero de 2010, se encontraron valores muy bajos, de 6 NMP/100ml en la "Y" y 610 NMP/100ml en la estación Boya (M2).

En cambio, en las muestras de sedimentos analizadas en diciembre (2009), mayor cantidad de esta bacteria se observo en la mayoría de

estaciones entre un rango de <300 a 29000 NMP/100g. La concentración más elevada se presentó en Puente Las Monjas (2900 NMP/100g) y la más baja en la Boya (M2). En enero, menores concentraciones de enterococos se observaron en los sedimentos, con valores que oscilaron entre <300 a 3800 NMP/100g. Los valores más bajos fueron encontrados en los puentes: 5 de junio y Portete (<300 NMP/100g) y el valor más alto en el Puente Miraflores (3800 NMP/100g).

Se realizó un análisis de regresión múltiple donde se determinó que la salinidad y la temperatura fueron los parámetros que más influyeron en la concentración de las bacterias en el agua (diciembre 2009). Se encontraron valores significativos entre la salinidad y coliformes totales ( $R = 0,916, p = 001$ ), coliformes fecales ( $R = 0.915, p = 0.001$ ), *E.coli* ( $R = 0.915, p = 0.001$ ); y la temperatura con enterococos ( $R = 0.736, p = 0.024$ ).

Los parámetros que influyeron significativamente en el sedimento fueron el pH y la temperatura, cuyas correlaciones fueron: pH y coliformes totales ( $R = 0.839, p = 0.009$ ); temperatura y coliformes fecales ( $R = 0, 904, p = 0.002$ ), temperatura y enterococos ( $R = 0.920, p = 0.001$ ). Con *E.coli* ninguna variable fue seleccionada para incluirla en el modelo.

Del análisis del clúster, en agua y sedimento, se identificaron cinco grupos similares en el mes diciembre del 2009. Dentro de los primeros grupos se encuentran las estaciones de mayor contaminación, encontrándose estaciones las más representativas en el Tramo B (Av. Linderos, Puente Miraflores y Puente Alban Borja). Mientras que en más baja concentración se encuentran las estaciones localizadas en los Tramos D, E y G (Figuras 32 – 38).

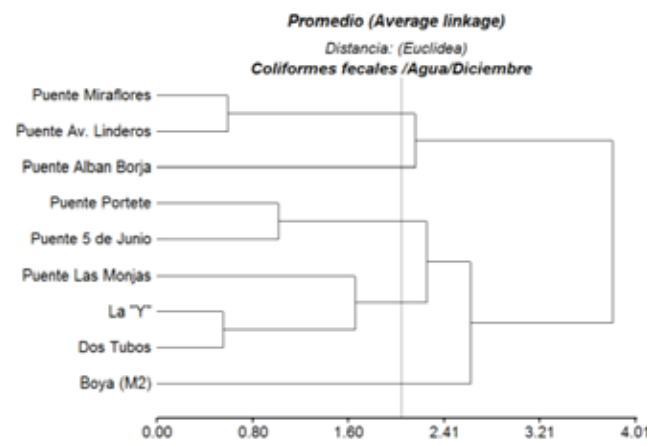


Figura 32. Análisis de conglomerados *Coliformes fecales* en agua diciembre 2009.

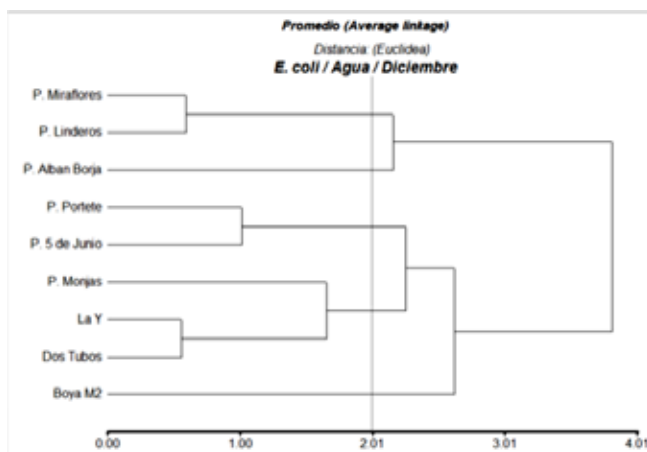


Figura 33. Análisis de conglomerados *Escherichia coli* en agua diciembre 2009

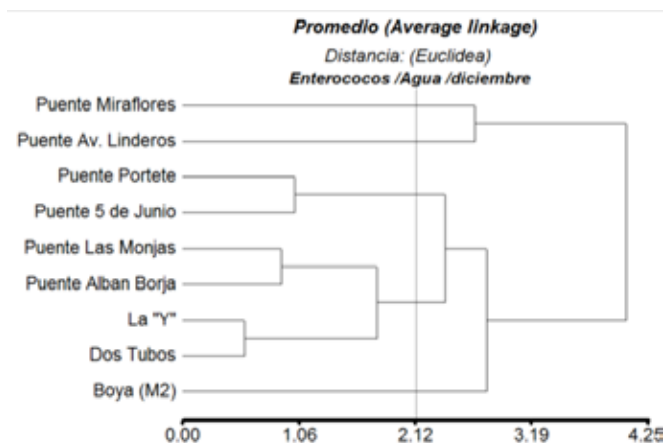
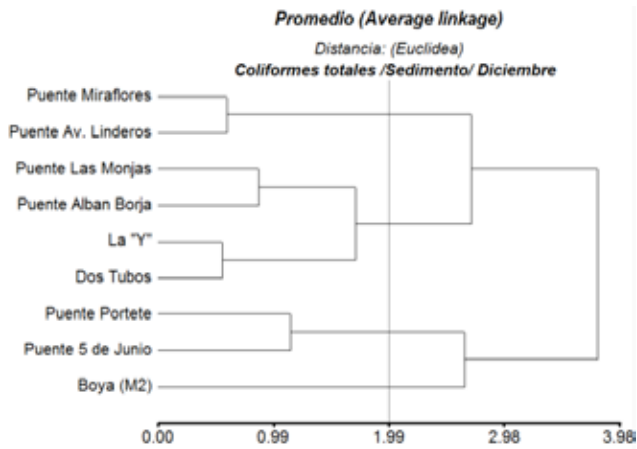
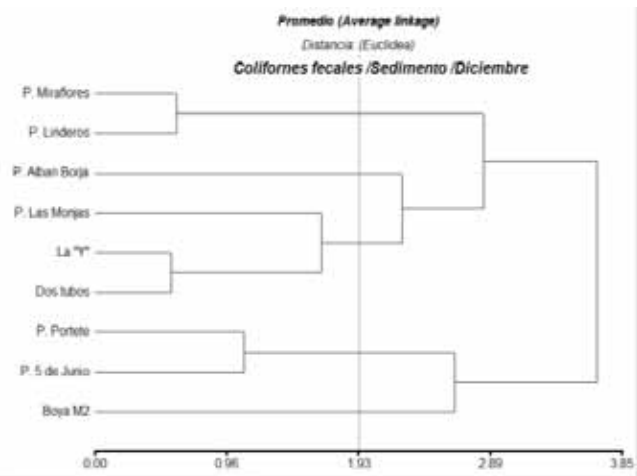


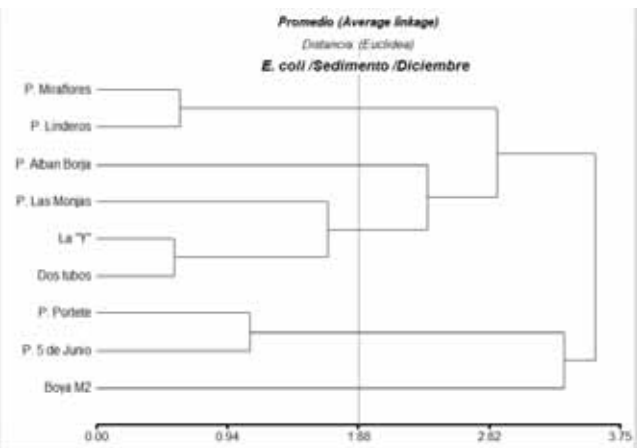
Figura 34. Análisis de conglomerados *Enterococos* en agua diciembre 2009



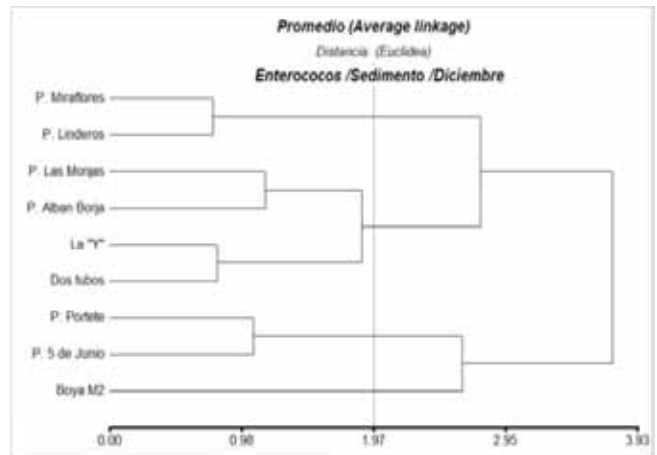
**Figura 35.** Análisis de conglomerados *Coliformes totales fecales* en sedimento diciembre 2009.



**Figura 36.** Análisis de conglomerados *Coliformes fecales* en sedimento diciembre 2009.

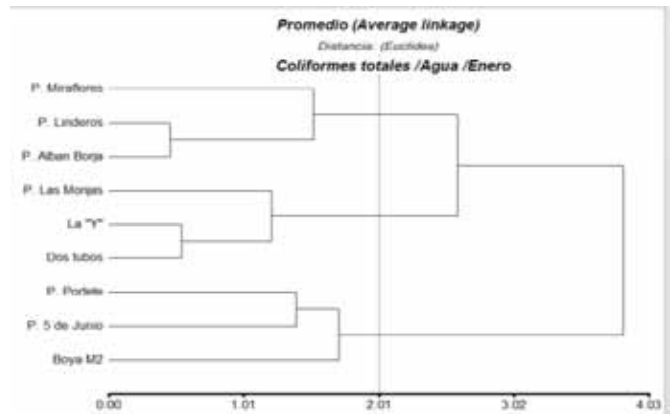


**Figura 37.** Análisis de conglomerados *Escherichia coli* en sedimento diciembre 2009.

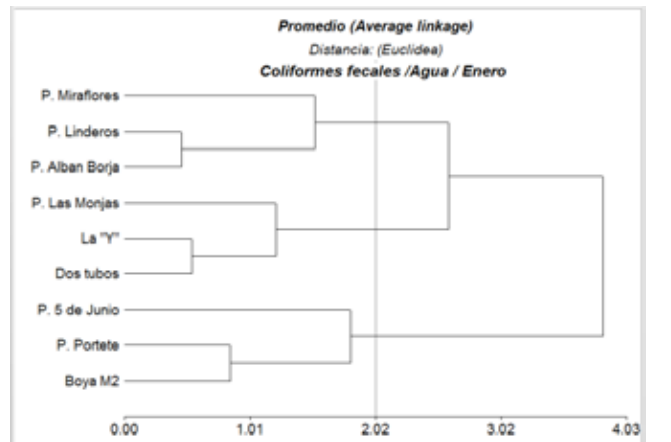


**Figura 38.** Análisis de conglomerados *Enterococos* en sedimento diciembre 2009.

En el mes enero 2010, en agua y sedimento, se encontraron valores menores en comparación con el mes de diciembre, identificándose tres y cuatro grupos similares. (Figuras 39 – 46)



**Figura 39.** Análisis de conglomerados *Coliformes totales* en agua enero 2010.



**Figura 40.** Análisis de conglomerados *Coliformes fecales* en agua enero 2010.

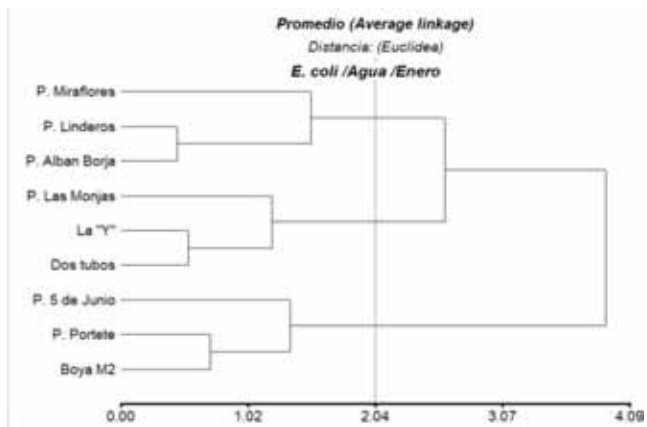


Figura 41. Análisis de conglomerados *Escherichia coli* en agua enero 2010

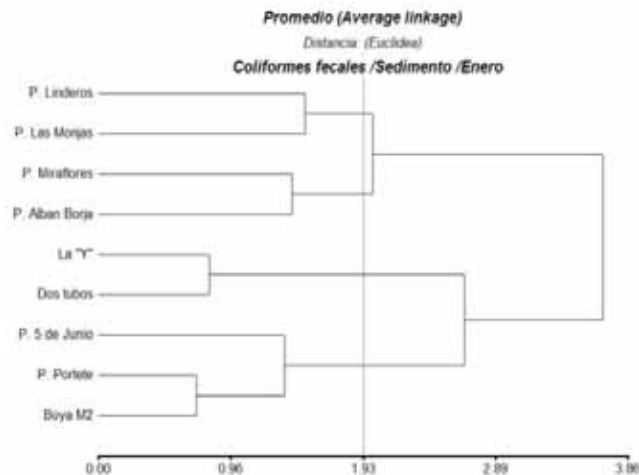


Figura 44. Análisis de conglomerados *Coliformes fecales* en sedimento enero 2010

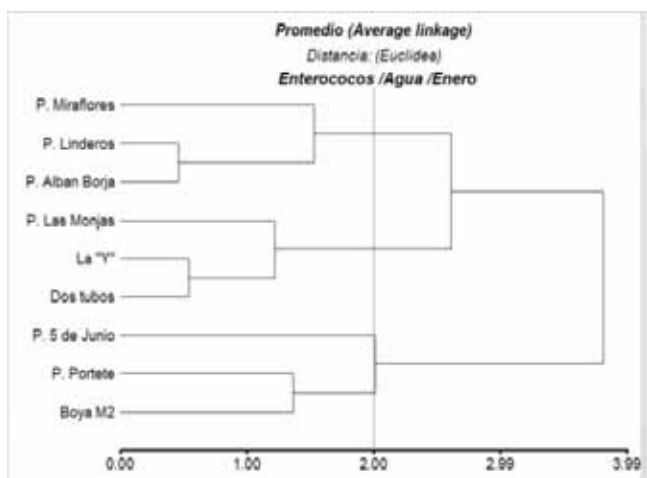


Figura 42. Análisis de conglomerados *enterococos* en agua enero 2010

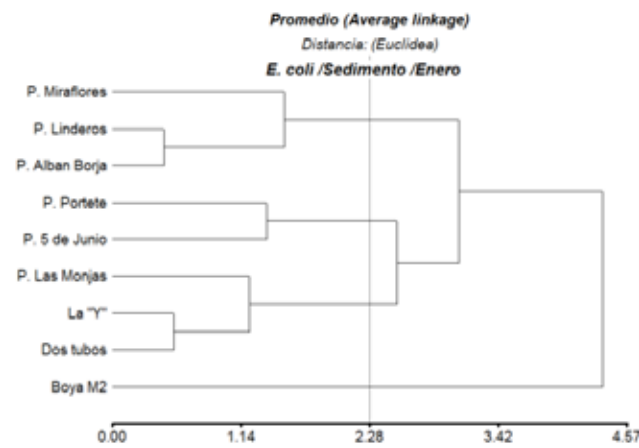


Figura 45. Análisis de conglomerados *Escherichia coli* en sedimento enero 2010.

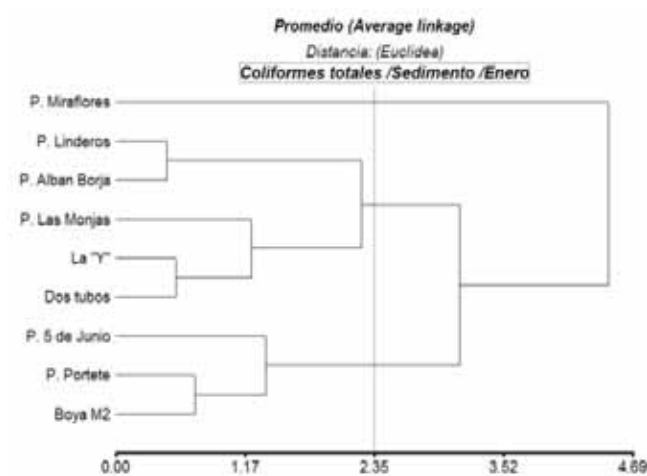


Figura 43. Análisis de conglomerados *Coliformes totales* en sedimento enero 2010

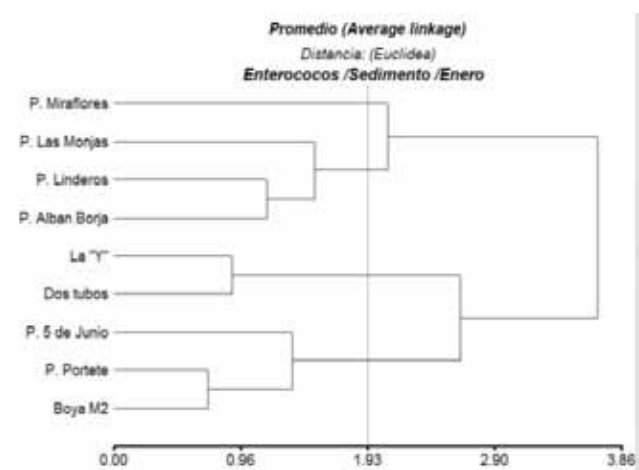


Figura 46. Análisis de conglomerados *Enterococos* en sedimento enero 2010.

**Tabla 18.** Parámetros abióticos y bacteriológicos en las estaciones muestreadas en el Estero Salado en diciembre de 2009.

Estación	pH	°C	S‰	O. D. mg/l	Coliformes Totales		Coliformes Fecales		E. coli		Enterococos	
					Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)	Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)	Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)	Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)
Puente Av. Linderos	7.35	29.5	0	0	>160000	>110000	160000	>110000	160000	>110000	1700	16000
Puente Miraflores	7.27	29.7	0	0	>160000	>110000	>160000	>110000	>160000	>110000	7900	21000
Puente Alban Borja	7.13	27.4	7	0.24	>160000	>110000	160000	21000	160000	21000	2000	6400
Puente Las Monjas	7.06	27.1	15	0.27	18000	>110000	2100	>110000	2100	>110000	1400	29000
Dos Tubos	7.23	26.9	22	0.41	4700	>110000	1700	>110000	1400	>110000	450	21000
La "Y"	7.3	26.7	24	0.37	1700	>110000	450	>110000	450	>110000	680	15000
Puente 5 de Junio	6.96	25.8	25	0.85	28000	29000	<830	21000	830	15000	830	3800
Puente Portete	7.06	25.7	32	1.06	11000	2800	<180	<300	<180	<300	610	<300
Boya (M2)	7.32	26.6	27	1.56	<180	1500	<180	360	<180	<360	180	<300

Tabla 19. Parámetros abióticos y bacteriológicos en las estaciones muestreadas en el Estero Salado en enero de 2010.

Estación	pH	°C	S <sup>o</sup> / <sub>100</sub>	O. D. mg/l	Coliformes Totales		Coliformes Fecales		E. coli		Enterococos	
					Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)	Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)	Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)	Agua (NMP/100ml)	Sed. (NMP/100gr)
Puente Av. Linderos	7.37	26.8	0	0	220	24000	24	2100	<1.8	<300	20	2100
Puente Miraflores	7.72	26.7	0	0	140	110000	9.3	3500	<1.8	<300	9.2	3800
Puente Alban Borja	7.46	26.9	0	0	84	21000	11	4300	<1.8	<300	10	3600
Puente Las Monjas	7.21	27.4	9	0.2	97	15150	9	3300	<1.8	<300	10	2900
Dos Tubos	7.05	28.1	17	0.4	110	9300	7.8	2300	<1.8	<300	9.1	2100
La "Y"	7.13	28.7	17	0.53	94	7500	4	1400	<1.8	<300	6	1100
Puente 5 de Junio	7.22	30.9	15	2.75	4000	3600	200	300	<1.80	<300	180	<300
Puente Portete	7.34	30.1	22	4.42	3300	3800	370	360	<1.80	<300	360	<300
Boya (M2)	7.22	30.5	25	4.35	7000	2800	450	360	<1.80	>1.80	610	360



## 4. Discusión

El presente estudio indica que la contaminación microbiana en el Estero Salado es el resultado de contribuciones de fuentes de contaminación, aunque posiblemente la principal sea el tratamiento inadecuado de aguas residuales (urbanas e industrializadas) y su vertido a través de tuberías a lo largo del estero. Sin embargo este estudio no toma en cuenta la contribución de la escorrentía durante el periodo de precipitación, el cual puede causar entrada local de bacteria fecal. Los niveles elevados de contaminación pueden presentar riesgo en la salud pública asociados con actividades recreacionales (botes y natación) a través del estero. Estos niveles de indicadores fecales permitirán a ayudar a las autoridades a determinar los riegos en las aguas del estero y cuáles son las prioridades en el manejo sanitario.

Sobre la base de estos resultados, se pueden definir áreas de alta y baja contaminación usando los indicadores de contaminación y tomando en cuenta la ocurrencia de coliformes totales, coliformes fecales, *E.coli* y enterococos. Dependiendo sobre los tramos del estero salado es posible caracterizar aquellos factores que determinan la calidad microbiana del agua: en el Tramo B del estero, la más contaminada por bacterias fecales y a medida que se va hacia la desembocadura los niveles de contaminación son más bajos.

La calidad del agua y sedimento fue significativamente afectado por la precipitación, ya que los niveles de contaminación fueron menores, a diferencia de otros estudios que afirman lo contrario (Ferguson et al., 1996). En lo que se refiere al sedimento, los valores altos sugieren que ellos actúan como reservorios, los cuales pueden ser relanzados al agua circundante debido a las fuertes precipitaciones y a las corrientes de marea.

Los resultados obtenidos en el Estero Salado en los meses de diciembre (2009) y enero (2010) demostraron que existe una fuerte contaminación microbiana tanto en agua como en el sedimento, cuyos valores sobrepasan los límites permisibles de acuerdo a la legislación ecuatoriana (Ministerio del Ambiente, 2002) y a las normas internacionales de APHA. Los parámetros

físicos-químicos analizados (pH, Temperatura) se encontraron dentro de los límites máximos permitidos para aguas estuarinas de acuerdo a las normas de calidad ambiental. En cuanto al oxígeno se determinó valores por debajo del límite máximo permisible (6 mg/L). Estos valores fueron similares a los encontrados por Cárdenas (2009) y por Medina *et al.* (2007) en las inmediaciones de la Reserva de Producción Faunística Manglar el Salado cuyos valores fueron de 0.99 mg/L y de 6.65 mg/L.

Los valores de salinidad y oxígeno a lo largo del tramo B del Estero Salado fueron muy fluctuantes. Estas variaron desde cero en las estaciones Puente Av. Linderos, Puente Miraflores y Puente Alban Borja, donde hay poca renovación de marea; así como por la aportación de aguas provenientes de las alcantarillas que son vertidas al Estero, por aportación de aguas lluvias y de agua dulce desde el río que se lo realiza a través del Canal de Cascajal, cuyos valores están entre 12‰ y 23‰ y se debe a que las corrientes de marea empujan aguas de las dos cargas fluviales del Guayas hacia el estero (Pesantes 1998). Luego estos valores fueron incrementándose paulatinamente en las demás estaciones hasta llegar a tener salinidades de 27‰ y oxígeno de 4.35 mg/L. debido a que en estos tramos hay mayor renovación de agua por efecto de la marea.

Los valores estimados de coliformes totales, coliformes fecales, *E coli* y enterococos en los datos muestreados en diciembre(2009) en agua y sedimento no cumplen con las normas establecidas, debido a que si se comparan con los estándares internacionales que establecen un máximo de 1000NMP/100 ml para coliformes totales, 200NMP/100mL para coliformes fecales, para enterococos 35NMP/100mL, para *E coli* no hay valor para el agua marina de acuerdo a la Agencia de Protección del Medio Ambiente(USEPA,1986). A excepción de la Boya M2 que presentó un valor de <180NMP/100mL para coliformes totales y para coliformes fecales valores también menores de <180NMP/100mL para la estaciones de Boya M2 y Puente Portete.

En muchas investigaciones de sobrevivencia, *E. coli* fue el único organismo estudiado y el uso de este como un indicador de contaminación fecal para todos los ecosistemas está siendo cuestionado. Algunos estudios han indicado que el *E. coli* se muere mucho más rápido que la *Salmonella spp.*, y por consiguiente no es un indicador adecuado para la presencia de este patógeno (Burton et al., 1987). Las altas concentraciones de bacterias coliformes encontradas en el Estero Salado concuerdan por lo manifestado por Winfield (2003) que afirma que existen altas concentraciones en numerosas regiones tropicales. El análisis de regresión múltiple sugiere que la salinidad, temperatura y oxígeno influyen las concentraciones bacterianas. Las estaciones caracterizadas por baja salinidad, en general, también están caracterizadas por altos niveles de indicadores bacterianos, igualmente sucede con el oxígeno disuelto y la temperatura, estos resultados son sostenidos por los análisis de correlación encontrados en otros estudios similares (Solo-Gabriele et al., 2008).

La significancia de la salinidad puede ser debido a que las bacterias mueren más rápidamente dentro de un rango de agua salina o posiblemente está asociada con una fuente grande de contribución dentro del estero. Este parámetro solo nos indica elevados niveles de coliformes en la presencia de baja salinidad.

El presente estudio también muestran una elevada concentración de contaminación bacteriana en el sedimento y el parámetro asociado en la correlación nos muestran que es el oxígeno, esta alta concentración de bacterias coliformes puede indicar la gran capacidad de supervivencia en el sedimento, estos patógeno pueden sobrevivir en los sedimentos por meses, que concuerda con los estudios efectuados por Burton en 1987 en los sedimentos de agua dulce.

Las bajas concentraciones de estos microorganismos que fueron detectados, tanto en el agua como en el sedimento se podría relacionar con la alta velocidad de la corriente de marea, consumo de oxígeno, acumulación de materia orgánica, precipitaciones, la estrechez del canal y la inestabilidad de los sedimentos de fondo. Estos

resultados se correlacionan con los encontrados por Ferguson et al. en sistemas estuarinos y también por Becerra-Tapia en 1995.

La distribución espacial de los microorganismos, tanto agua como sedimento parece estar bien correlacionado con fuentes de contaminación fecal cerca de las estaciones Av. Linderos, Puente Miraflores y Puente Alban Borja. La mayoría de los estudios microbiológicos realizados en ambientes costeros coinciden en reportar que las concentraciones más altas se localizan en los sedimentos y las menores en agua superficial y esto depende en gran medida de los aportes fluviales, precipitaciones y las corrientes de marea que juegan un papel importante dentro de los ecosistemas costeros (Becerra-Tapia, 1995).

## 5. Conclusiones

- Los resultados muestran que la calidad del Estero Salado está fuertemente relacionada con la actividad humana.
- Los valores altos se encontraron en el Tramo B (diciembre), y en los Tramos D, E y G (enero).
- La salinidad, la temperatura y el oxígeno ejercen un efecto inhibitorio sobre la viabilidad de los organismos indicadores.
- En el análisis de conglomerados en muestras de agua (2009) las estaciones más contaminadas fueron: Puente Miraflores, Av. Linderos: coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*.
- Puente Portete y Puente 5 de junio: Enterococos.
- En las muestras de sedimento (2009) las estaciones más contaminadas fueron: Puente Miraflores, Av. Linderos: coliformes totales, Coliformes fecales y *E. coli*.
- En muestras de agua (2010) las estaciones más contaminadas fueron: Puente Miraflores, Av. Linderos y Alban Borja: Coliformes totales, Coliformes fecales, *E. coli* y enterococos

- En las muestras de sedimento (2010) las estaciones más contaminadas fueron: Av. Linderos, Alban Borja, las Monjas, la “Y” y Dos Tubos: Coliformes totales.
- Puente Lindero y las Monjas: Coliformes fecales
- Puente Miraflores, Av. Linderos y Alban Borja: *E. coli*.
- Puentes Las monjas, Av. Linderos y Puente Alban Borja: enterococos

## 6. Recomendaciones

- Tratamiento de las aguas servidas antes de ser vertidas al Estero Salado.
- Reasentamiento a programas habitacionales
- Realizar Campañas de educación ambiental a los pobladores que se encuentran asentados a lo largo de las orillas del Estero Salado.
- Recuperar las orillas para planes de reforestación.

*Han pasado años de destrucción, discusión, controversia y desinformación, ahora es necesario tomar decisiones en lo referente a la protección (Gobierno), restauración (Municipio) e investigación (Universidades) en un marco de cooperación entre ellas para la recuperación definitiva del Estero Salado.*

## Referencias

- [1] **American Public Health Association (APHA), 2005.** Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th ed.American public Health Association, Washington, D.C.
- [2] **Becerra-Tapia, N. y A.V.Botello, 1995.** Bacterias coliformes totales, fecales y patógenas en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, Mexico.Hidrobiologica 5(1-2): 87-94.
- [3] **Burton, G.A., Gunnison, D. y G.R.Lanza, 1987.** Survival of Pathogenic Bacteria in Various Freshwater Sediments. Applied and Environmental Microbiology.Vol.53, No 4, Apr.1987, p.633-638.
- [4] **Chandran, A., y A.A.Mohamed Hatha, 2005.** Relative survival of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* in a tropical estuary. Water Research 39(2005) 1397- 1403.Elsevier Ltd.
- [5] **Cárdenas. 2011.** Efecto de la contaminación hidrocarburifera sobre la estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos presentes en el sedimento del Estero Salado. Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil.106p.
- [6] **Comisión Permanente del Pacifico Sur, 2000.** Estado del Medio Ambiente marino y costero del Pacifico Sudeste. Secretaria General.Quito, Ecuador.
- [7] **Davies C.M., Long J.A.H., Donald M. y Ashbolt N.J., 1995.** Survival of faecal microorganisms in marine and freshwater sediments. Appl.Environ.Microbiol. 61(5), 1888-1896.
- [8] **Davies E. M., Casserly D.M. y Moore J. D., 1977.** Bacterial relationships in stormwaters. Wat.Resourc.Bull. 13,895-905.
- [9] **Griffin D.W., Erin K. Lipp, molly R. McLaughlin, y Joan B. Rose, 2001.** Marine Recreation and Public Health Microbiology: Quest for the Ideal Indicator.BioScience.October 2001/Vol.51 No.10.
- [10] **Henderson P. yR. Seaby, 2007.** QED Statistics 1.1. Pisces Conservation Ltda. England.
- [11] **Hendricks C. W., 1971.** Increased recovery rate of salmonellae from stream bottom sediments versus surface waters. Appl. Microbiol. 21,379-380.
- [12] **Hinrichsen, D., 1998.** Feeding a future world. People and the Planet 7(1): 6-9.
- [13] **Jay, D., 1991.** Ecology of estuarine bacteria capable of causing human disease: A Review Estuaries.Vol.14, 345-360p.
- [14] **Jeng, H.C., Ryan Sinclair, Rebecca Daniels y Andrew J.Englande. 2005.** Survival of enterococci facalis in estuarine sediments. International Journal of Environmental Studies, Vol.62.No.O, Month 2005, 1-9.
- [15] **Lahmayer-Cimentaciones, 2000.** Estudio de prefactibilidad y selección de la mejor alternativa del Plan Integral de la Recuperación del Estero Salado ParteII.Informe final. Guayaquil, 94 p.
- [16] **McCambridge J. y T.A. McMeekin, 1981.** Effect of Solar Radiation and Predacious microorganisms on Survival of Fecal and Other Bacteria. Applied and Environmental. Microbiology, May 1981.Vol.41, No.5, p.1083-1087
- [17] **Medina, J. Monserrate, L.P.Calle.** Evaluacion de las condiciones químicas, físicas y biológicas del Estero Salado en el sector dentro de la ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil.
- [18] **Ministerio del Ambiente, 2002.** Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Edición Especial. Corporación de Estudios y Publicaciones. Quito. 224 p.
- [19] **Pesantes V.F., 1998.** Algunas características geográficas y oceanográficas del estuario interior del

- Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo. Instituto Nacional de Pesca. Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca. 5-14 p.
- [20] **Pianetti A., W. Baffone, F. Bruscolini, E. Barbieri, M.R.Biffi, L.Salvaggio y A. Albano, 1998.** Presence of Several Pathogenic Bacteria in the Metauro and Foglia Rivers (Pesaro-Urbino, Italy), 1998. *Wat.Res.* Vol.32, No.5, pp.1515-1521, 1998. Elsevier Science Ltd.
- [21] **Ramaiah, N., y De, J., 2003.** Unusual rise in mercury resistant bacteria in coastal environments. *Microbial Ecology*, 45,444-454.
- [22] **Seaby, R., Peter Henderson, Jhon Prendergast y Roby Somes, 2007.** QED Statistics 1.1 Get to the heart of your data. Pisces Conservation Ltd.England.
- [23] **Solorzano, L., 1989.** Status of Coastal Water Quality in Ecuador. In: Olsen, S. and Arriaga, L., Editors. *A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador.* Narragansett, RI: Coastal Resources, University of Rhode Island. 18 p.

# CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE ESPORAS DE MICORRIZAS DEL GENERO *Glomus sp.* A NIVEL DE INVERNADERO Y DE CAMPO EN EL CULTIVO DE SOYA *Glycine max L.*

*Morphological characterization of spores of mycorrhizal Glomus sp Gender. level of greenhouse and field crop soybean Glycine max L.*

Susana Espinoza Antor <sup>1</sup>

Recibido el 20 de septiembre de 2013; recibido en forma revisada 14 de noviembre 2013, aceptado 9 de diciembre 2013

## Resumen

La presente investigación referente “**Caracterizar morfológicamente esporas de micorrizas del género *Glomus sp.* a nivel de invernadero y de campo en el cultivo de soya *Glycine max L.***” se llevó a cabo durante los meses de Noviembre del 2012 hasta Febrero del 2013 en la Granja de Limoncito, Provincia de Santa Elena.

Los objetivos del trabajo fueron: Aislar e Identificar morfológicamente esporas de micorrizas más eficientes, Multiplicar las esporas aisladas, en cultivo de *Brachiaria decumbens.*, Realizar pruebas de efectividad de micorrizas identificadas sobre el cultivo de soya y comparar los rendimientos de esporas nativas de micorrizas con micorrizas extranjeras que se venden en el mercado local.

Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y cinco tratamientos. Las comparaciones de las medias de los tratamientos, se efectuaron mediante la prueba de rangos múltiples de DUNCAN al 5 % de probabilidad.

El manejo del experimento se realizó mediante preparación del terreno con un pase de arado y dos pases de rastra.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta a los 15, 30, 45 días y cosecha, altura de inserción del primer fruto, número de nódulos a los 30 y 60 días de la siembra, número de esporas a los 30, 60 días del cultivo, número de vainas por planta, número de semillas por planta, peso de 100 semillas, rendimiento expresado en kg/ha.

Análisis económico, el **T4** (micorrizas extranjeras + *Bradyrhizobium*) y **T3** (micorrizas nativas + *Bradyrhizobium*) fueron los de mayor ingreso con respecto al testigo.

**Palabras claves:** Hongos micorrízicos arbusculares, diversidad

## Abstract

The present benchmark research "Morphologically characterized spores of mycorrhizal fungi of the genus *Glomus sp.* at the level of greenhouse and field in the cultivation of soybean *Glycine max L.* " it was conducted during the months of November to February 2013 2012 on the farm of Limoncito, province of Santa Elena.

The objectives of the study were: isolate and identify more efficient mycorrhizal spores morphologically, multiply the isolated spores in culture of *Brachiaria decumbens.*, testing effectiveness of mycorrhizal fungi identified on the cultivation of soy and compare the performance of native spores of arbuscular mycorrhizal foreign selling in the local market.

The experimental design of blocks completely at random, five treatments with four replications was employed. Comparisons of treatment means, were made using DUNCAN multiple range test at 5% probability.

Management of the experiment was done by preparing the ground with a pass of plough and two passes of dredge. The variables evaluated were: 15, 30, 45 days and harvest plant height, height of insertion of the first fruit, number of nodules at 30 and 60 days after planting, number of spores to the 30, 60 days of growing, number of pods per plant, number of seeds per plant, weight of 100 seeds, performance expressed in kg / has. Economic analysis, (foreign Mycorrhizae *Bradyrhizobium*) T4 and T3 (native *Bradyrhizobium Mycorrhizae*) were those of higher income with respect to the witness.

**Keywords:** Arbuscular mycorrhizal fungi, diversity

<sup>1</sup> Egresado de la Carrera de Biología, Tesis de grado – Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales – sede Mapasingue.

## 1. Introducción

La soya es un cultivo con efectos beneficiosos para los suelo, es una oleaginosa de alto valor nutritivo y de múltiples usos en el procesamiento de aceites y margarinas, en la formulación de balanceados para la avicultura y otros rubros pecuarios, así como para la elaboración de alimentos como leche y carne de soya, o en el consumo humano directo como grano. (Http: www.sica.gov.ec).

En condiciones naturales la mayoría de las plantas tropicales adaptadas a diversos nichos ecológicos se encuentran asociadas con microorganismos del suelo, como micorrizas, estableciendo relaciones benéficas (simbióticas). Esta estrategia de la evolución ha sido muy exitosa, y a pesar de que su conocimiento se reporta desde hace más de un siglo, solo durante las últimas décadas el hombre ha empezado a utilizarla en las producciones hortícolas y frutícolas, donde existen evidencias de su potencial y éxito para el desarrollo competitivo y sostenible de estas especies. Adicionalmente, las nuevas tendencias del mercado tanto mundial como regional, buscan ser más cautelosas en lo referente a la aplicación de agroquímicos y pesticidas en la agricultura, por los problemas que ocasionan sobre la salud humana. (Corredor, 2002)

Los hongos MVA poseen tres componentes, que son: La raíz de la planta hospedera, las estructuras formadas en el cortex radicular (arbúsculos o vesículas), y el micelio o esporas extra radicales (Siqueira, 2002 [www.cib.org.br](http://www.cib.org.br)).

Las vesículas son estructuras de forma globosa, usualmente llenas de grasas, que sirven como órganos de almacenamiento de energía y como estructuras reproductivas, se localizan inter e intracelularmente. Los arbúsculos son estructuras intracelulares que mediante ramificaciones dicotómicas sucesivas forman una extensa cantidad de ramas con diámetro menor de 0.0001 mm, son de corta vida y sirven como sitios de intercambio de nutrimentos entre el hongo y la planta.

La importancia de estos bioproductos radica en su capacidad para suplementar o movilizar nutrientes

con un mínimo uso de recursos no renovables; además tiene la ventaja de que los procesos microbianos son rápidos y los biopreparados pueden aplicarse en pequeñas unidades para solucionar problemas locales específicos (Martínez, R. 1999).

La clasificación taxonómica de los hongos micorrízicos arbusculares está basada en el conjunto de sus características morfológicas y moleculares.

Cuadro 1. Clasificación de los HMA de acuerdo con Morton & Benny (1990) y Morton & Redecker (2001).

Orden	Suborden	Familia	Géneros
Glomales	Glomineae	Glomaceae	<i>Glomus</i>
			<i>Sclerocystis</i>
		Acaulosporaceae	<i>Acaulospora</i>
	Gigasporineae	Gigasporaceae	<i>Gigaspora</i>
			<i>Scutellospora</i>
		¿?	Paraglomaceae
¿?	Archaeosporaceae	<i>Archaeospora</i>	

Los hongos micorrízico-vesículo arbusculares (MVA) poseen tres componentes, que son: La raíz de la planta hospedera, las estructuras formadas en el cortex radicular (arbúsculos o vesículas), y el micelio o esporas extraradicales (Fig. 1.)

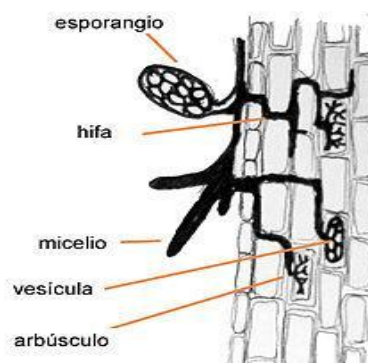


Fig. 1. Partes de una micorriza arbuscular (Siqueira, 2002 [http://www.cib.org.br/apresentacao/biotec\\_meio\\_amb\\_galdino.pdf](http://www.cib.org.br/apresentacao/biotec_meio_amb_galdino.pdf))

### Hipótesis

La multiplicación del género *Glomus* como biofertilizante ayudaría a una mayor producción de micorrizas para mejorar el manejo de las cosechas en soya.

## 2. Materiales y Métodos

### Área de Estudio

El estudio se realizó en los invernaderos de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y el trabajo de campo en la granja experimental de Limoncito de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ubicada en el Km. 49 vía Chongón provincia de Santa Elena.

Longitud Oeste	79°	53'00"	Precipitación media anual	807,87mm
Latitud Sur	02 <sup>a</sup>	09'12"	Temperatura media anual	25°C
Altitud	40	msnm	Humedad relativa media anual	75%
Suelo	Arcilloso		pH	6.

### Materiales de Campo

1. Fundas ziploc
2. Machete
3. Guantes
4. GPS
5. Pala
6. Materiales de oficina

### Materiales de laboratorio

1. Tamices de 500  $\mu$ m y 45 $\mu$ m
2. Nevera
3. Anaqueles
4. Bandejas
5. Frascos contenedores
6. Placas porta y cubre objetos
7. Vaso de precipitación
8. Pinzas
9. Aguja enmangada
10. Matraz de Erlenmeyer
11. Autoclave
12. Estufa
13. Microscopio
14. Estereoscopio
15. Cajas de Petri
16. Tubos de ensayo
17. Jeringuillas
18. Tijera
19. Tubos para centrífuga
20. Centrífuga

21. Vidrio reloj
22. Micropipeta
23. Pipeta
24. Semillas de *Pueraria phaseoloides*
25. Papel aluminio
26. Papel filtro
27. Computadora
28. Calculadora
29. Varilla de vidrio
30. Vasos de plástico
31. Turba
32. Arena
33. Cámara fotográfica
34. Balanza analítica
35. Embudo

### Reactivos

36. Hidróxido de potasio (KOH) al 10%
37. Peróxido de hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 10%
38. Ácido clorhídrico (HCl) al 10%
39. Anilina azul y Azul tripano 0.05%
40. Ácido Láctico
41. Hidrato de cloral
42. Glicerol
43. Agua destilada
44. Sacarosa al 60%

### Metodologías

#### A nivel de campo

El trabajo consistió en la aplicación de esporas nativas de micorrizas identificadas y caracterizadas morfológicamente pertenecientes al género *Glomus mosseae* de acuerdo a su coloración café hialina, su forma globosa y su pared gruesa, y el tamaño de 200 $\mu$ m. Estas esporas fueron seleccionadas como las más eficientes de acuerdo a estudios previos realizados a nivel de invernadero en el laboratorio de fisiología vegetal. El uso de estas esporas seleccionadas compitió en igualdad de condiciones con las micorrizas extranjeras en las semillas de soya INIAP 308, aisladas en cultivos de *Pueraria phaseoloides*. Frente a un testigo convencional, donde se aplicó, micorrizas extranjeras que se venden comercialmente en el país.

### **Método de laboratorio**

El método que se empleó en el presente ensayo tuvo dos fases experimentales una en invernadero y otra a nivel de campo. En el invernadero se utilizaron 20 macetas donde se inoculó esporas de micorrizas nativas y comerciales, las cuales se separaron y se clasificó en base a sus características morfológicas.

### **Justificación de la elección del método**

La obtención de inoculo de micorrizas arbusculares que contribuya al crecimiento de especies vegetales se basa en la adecuada selección de esporas nativas que efectúen una buena colonización y posterior multiplicación en el hospedero. Esto implica separar, identificar y multiplicar el material nativo.

Durante la esterilización se agregaron 6 ½ litros de agua en la autoclave a una temperatura de 121°C a 15 psi por una hora, se usaron 2 fundas de tela una con 17 libras de arena y otra con 11 libras de arena con un total de 28 libras.

Se usaron macetas plásticas y se las rellenó con arena esterilizada en autoclave durante 2 horas a 121°C y 15 psi. Con la finalidad de asegurar que el crecimiento de las plantas estarán influenciados exclusivamente por la presencia de las micorrizas nativas y comerciales y su interacción con

*Bradyrhizobium japonicum*, se ayudó en el crecimiento de las plantas con la aplicación de una solución hidropónica ya que la arena esterilizada no aporta ningún nutriente a la planta.

Se colocaron 4 macetas por cada tratamiento, con 2 plantas por maceta y se inocularon un promedio de 5 esporas iguales por maceta. Estas plantas se dejaron en el vivero y se realizó la aplicación de una solución de macro y micronutrientes cada 21 días. Se regaron periódicamente hasta capacidad de campo.

### **Separación de esporas.**

Una vez realizado el tamizado de cada muestra, se procedió al aislamiento de esporas mediante la técnica propuesta por Sieverding (1984). De cada muestra se tomaron 100 gr. de suelo, se

depositaron en un beaker al cual se agregó entre 200 a 300 ml de agua, se agitó por 30 minutos, posteriormente se pasó por un juego de tamices de 500 µm y 45µm, para secar la muestra se utilizó una bomba al vacío las mismas que se colocaron en papel filtro hasta que se hayan secado totalmente. La muestra obtenida fue equilibrada con la ayuda de una balanza, luego se agregó con una jeringa hasta el fondo del tubo 25 ml de solución azucarada al 60%. y se centrifugó a 3500 rpm durante 5 minutos. Los contenidos de los tubos de la centrifuga se pasaron por los tamices de 500 µm y 45µm respectivamente para cada muestra obtenida del tamizado anterior, se lavaron las esporas varias veces con agua corriente y se pasaron a cajas de Petri, las cuales se rotularon con un número que identifica la muestra, la fecha de procesamiento y finalmente se guardaron en la nevera para su posterior utilización.

### **Conteo de esporas**

De cada muestra procesada por la técnica anterior y teniendo en cuenta lo indicado por Schenck y Pérez, (1990), se tomaron 2 ml de cada una de ellas, se depositaron en una caja de Petri rayada en cuadrículas 1cm<sup>2</sup> para realizar y facilitar el conteo respectivo. Cada conteo se realizó tres veces para obtener un estimativo del número total de esporas en 100 gr. de suelo por muestra. En este caso los resultados han sido expresados en número de esporas/100 g de suelo de esta manera pudimos obtener la densidad promedio de hongos micorrízicos vesículo-arbusculares.

Se observaron las esporas al estéreo microscopio y por inspección visual se determinó los diferentes grupos presentes en cuanto a forma y color. Se aislaron estas esporas y se montaron en placas con medio PVLG (polivinilactoglicerol). Se evaluó el crecimiento y desarrollo de las plantas de soya de acuerdo a los diferentes tratamientos con esporas nativas, extranjeras y la interacción con *Bradyrhizobium*.

### **Identificación de géneros y/o especies.**

Cada uno de los morfotipos aislados se depositó en vidrios de reloj, se observaron al estereoscopio para verificar sus características y eliminar otras



esporas y partículas contaminantes, las cuales se retiraron con ayuda de una aguja de disección. Una vez limpias las esporas se procedió a la preparación de láminas, que consiste en colocar en una gota de PVLG entre 10 y 15 esporas por muestras, las cuales fueron cubiertas con laminillas de vidrio; se procedió a la observación microscópica para su identificación a nivel de género y/o especie. Además se hizo una separación por grupo de los diferentes géneros y/o especies determinadas, para su inoculación en el ensayo posterior.

### Evaluación morfológica de las poblaciones de micorrizas.

Las esporas fueron evaluadas y agrupadas por morfotipos para cada muestreo, para su posterior clasificación a partir de características morfológicas a nivel de género y/o especie, usando la clave taxonómica de Shenk y Pérez (1990) y la tabla de colores publicada por el INVAM (International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular Mycorrhizal Fungi). Para esto se hicieron placas de cada uno de los morfotipos, usando como medio de montaje PVLG y reactivo de Melzer. La observación microscópica se realizó con los objetivos de 40X y 100X (de inmersión). Para las medidas se empleó una regla micrométrica con 100 divisiones adaptada al ocular.

### Diseño Estadístico

El diseño estadístico que se utilizó es de bloques completamente al azar con 5 tratamientos que corresponden al uso de la interacción de micorrizas nativas y extranjeras con la bacteria fijadora de nitrógeno "Bradyrhizobium japonicum". El ensayo fue de 4 repeticiones con un Andeva propuesto de la siguiente manera. Se utilizó el diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, el modelo del análisis de variancia es el siguiente:

### Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \Sigma_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la observación j-ésima correspondiente al tratamiento i-ésimo

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto i-ésimo de los tratamientos

$\Sigma_{ij}$  = Efecto aleatorio (Error experimental)

ANDEVA		
Fuente de variación	Grados de libertad	
Repeticiones	(r - 1)	3
Tratamientos	(t - 1)	4
Error	(r - 1)(t - 1)	12
Total	t*r-1	19

Para lograr este propósito se analizarán las siguientes variables:

- Conteo de esporas a los 45 y 60 días después de la siembra.
- Altura de planta a los 15, 30, 45,
- Numero de vainas por planta.
- Peso de 100 semillas.

### 3. Resultados

El porcentaje de germinación entre los tratamientos fue del 98% ya que se contó con una semilla certificada de la variedad INIAP 308 del de buena calidad obtenida en la estación experimental del INIAP, Pichilingue. El porcentaje de humedad del suelo tuvo un promedio de un 40% durante todo el ensayo fueron testados cada 15 días. En lo que respecta a la identificación y caracterización morfológica, se determinó que las esporas nativas aisladas pertenecen al género *Glomus mosseae* de acuerdo a su coloración café hialina, su forma globosa, su pared gruesa, y el tamaño de 200µm. Estas esporas fueron seleccionadas como las más eficientes de acuerdo a estudios previos realizados a nivel de invernadero en el laboratorio de fisiología vegetal. El uso de estas esporas seleccionadas compitió en igualdad de condiciones con las micorrizas extranjeras.

El conteo de esporas se realizó a los 45 y 60 días después de la siembra se realizó esta labor tanto a nivel de invernadero como a nivel de campo. A nivel de campo se hizo el conteo a los 45 y 60 días después de la siembra con los resultados que se detallan a continuación:

**Tabla 1.-** Numero de esporas a nivel de campo.

Tratamientos	A los 45 días		A los 60 días	
	45 µm	150 µm	45 µm	150 µm
T1	65	16	19	141
T2	81	15	21	164
T3	124	25	36	176
T4	141	20	37	180
T5	24	12	16	36

A nivel de invernadero se hizo el conteo a los 45 y 60 días después de la siembra con los resultados que se detallan a continuación:

**Tabla 2.-** Numero de esporas a nivel de campo.

Tratamientos	A los 45 días		A los 60 días	
	45 µm	150 µm	45 µm	150 µm
T1	9	5	12	7
T2	195	24	108	42
T3	100	31	63	39
T4	181	40	191	57
T5	18	13	22	12

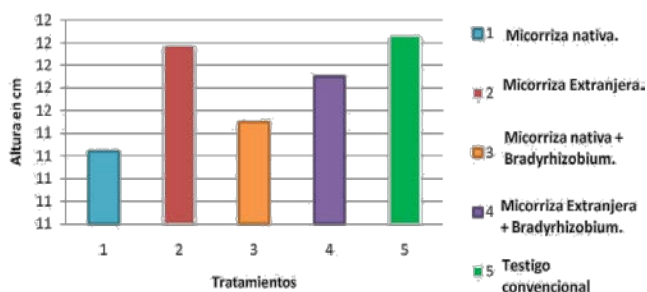
### Altura de planta (cm) 15 dds.

Los resultados obtenidos en los análisis de varianza correspondientes no presentan diferencias significativas. Los coeficientes de variación registrados a los 15, 30, 45 días y cosecha del cultivo fueron de 5.63 %; 14.74 % y 7.95 % respectivamente.

El promedio general de altura de la planta a los; 15 días fue 12 cm, 24 cm a los 30 días, 54 cm a los 45 días. No presentan diferencia estadística, lo que demuestra que la acción de las micorrizas extranjeras como las nativas y *Bradyrhizobium* no influyó en la altura de la planta.

### Análisis de la varianza altura de planta 15 días

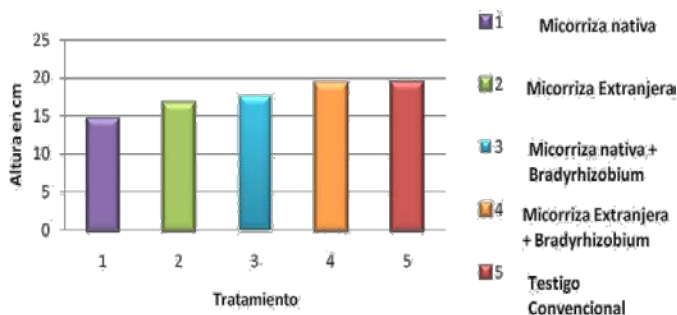
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT		N.S.
					5%	1%	
Repeticiones	3	4,34	1,44	1,65	3,49	5,95	N.S.
Tratamientos	4	3,07	0,76	0,87	3,26	5,41	N.S.
Error Experimental	12	10,50	0,87				
Total	20	17,93					
X	11,82						
C.V. (%)	7,92						



**Fig. 2.** Altura de planta a los 15 dds (cm) zona de Limoncito

### Análisis de la varianza altura de inserción

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT		N.S.
					5%	1%	
Repeticiones	3	62,4	20,8	19,59	3,49	5,95	N.S.
Tratamientos	4	62,66	15,66	14,76	3,26	5,41	N.S.
Error Experimental	12	12,73	1,06				
Total	20	137,8					
X	17,40						
C.V. (%)	5,92						



**Fig. 3.** Altura de inserción en la zona de Limoncito.

### Nódulos por planta

En el Ensayo de Invernadero los datos de nódulos por planta a los 75 días demostraron que el tratamiento T2 tuvo el mayor número de nódulos con una cantidad de 121 nódulos en promedio, seguido del T1 con 120 nódulos, siendo muy importante que un tratamiento T3 se utilizó micorriza nativa y *Bradyrhizobium* por su captación de Nitrógeno de estos tratamientos; el tratamiento T4 presento el menor número de nódulos en el cultivo con un promedio de 104.

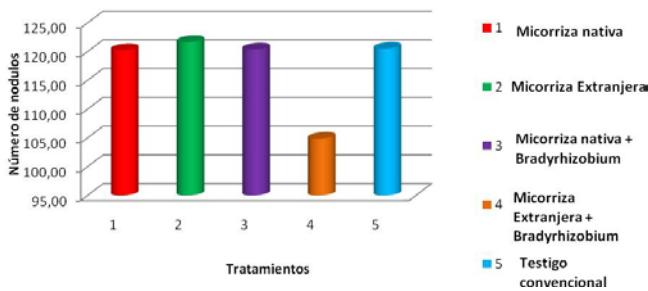


Fig. 4. Numero de nódulos por planta en invernadero.

### Numero de Vainas por planta

Los resultados indican que, no hay significancia estadística entre los tratamientos sin embargo, el mayor número de vainas/planta se observa para el tratamiento T3 con 70 vainas. Mientras que el T5 presentó el menor número de vainas/planta correspondiente a 62. El C.V. Fue 25.99 % en el presente ensayo.

#### Análisis de la varianza número de vainas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT		N.S
					5%	1%	
Repeticiones	3	527,53	175,84	0,58	3,49	5,95	N.S
Tratamientos	4	137,56	34,39	0,11	3,26	5,41	N.S
Error Experimental	12	3594,14	299,51				
Total	20	4259,24					
X	66,60						
C.V. (%)	25,99						

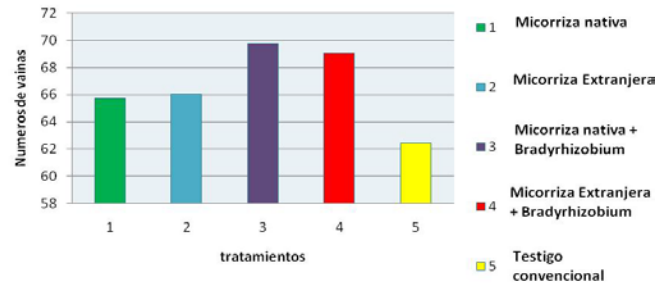


Fig. 5. Numero de vainas por planta.

### Peso de 100 semillas (g)

Realizado el análisis de varianza no existe diferencia estadística entre los tratamientos sobre el peso de 100 semillas, teniendo un comportamiento muy parecidos lo tratamientos en estudio alrededor de 16 g. Con un C. V. de 8.12 %.

#### Análisis de varianza del número de 100 semillas

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT		N.S
					5%	1%	
Repeticiones	3	4,64	1,54	0,89	3,49	5,95	N.S
Tratamientos	4	1,32	0,33	0,19	3,26	5,41	N.S
Error Experimental	12	20,63	1,71				
Total	20	4,64	1,54	0,89	3,49	5,95	
X	16,16						
C.V. (%)	8,12						

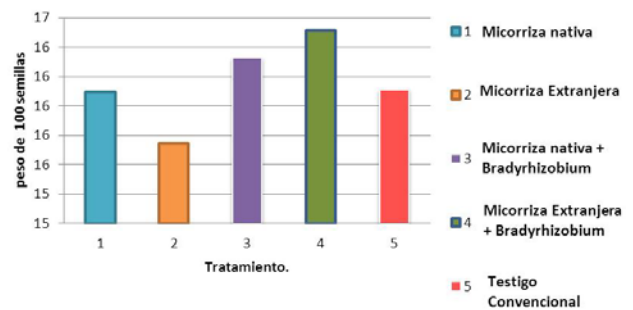


Fig. 6. Peso de 100 semillas.

## 4. Discusión

Luego de analizar los resultados obtenidos en este trabajo experimental referente a: **Caracterizar morfológicamente esporas de micorrizas del género *Glomus* sp. a nivel de invernadero y de**

**campo en el cultivo de soya *Glycine max* L.** podemos discutir la importancia que tiene el uso de las micorrizas extranjeras así como también las nativas, las cuales al interactuar con las bacterias fijadoras de nitrógeno *Bradyrhizobium japonicum* han logrado incrementar los rendimientos con respecto al testigo, así podemos observar que el tratamiento T4 presento el mayor rendimiento con 2.813 kg/ha y el tratamiento T3 como 2673 Kg./Ha, donde se utilizaron micorrizas nativas, las cuales fueron identificadas y caracterizadas morfológicamente perteneciente al género *Glomus mosseae* de acuerdo a su coloración café hialina, su forma globosa y su pared gruesa, y el tamaño de 200µm. Estas esporas fueron seleccionadas como las más eficientes de acuerdo a estudios previos realizados a nivel de invernadero en el laboratorio de fisiología vegetal. El uso de estas esporas seleccionadas compitió en igualdad de condiciones con las micorrizas extranjeras. El tratamiento con menor rendimiento correspondió al testigo convencional T5 con un rendimiento de 2361 Kg./Ha. lo cual pone de manifiesto la importancia del uso de las micorrizas interaccionadas con *Bradyrhizobium*.

También es importante mencionar que en los tratamientos T1 y T2, donde se utilizaron las micorrizas nativas y extranjeras solas, los rendimientos fueron menores que en aquellos tratamientos donde se utilizó asociado con *Bradyrhizobium*, lo cual pone de manifiesto los resultados obtenidos por otros investigadores (Barea, 2001) los cuales concuerdan con los resultados del presente trabajo.

La actividad microbiana de la simbiosis permite que las plantas micorrizadas se desarrollen mejor y respondan a los estreses ambientales de forma diferente que las plantas no micorrizadas. Efectivamente, la micorrización incrementa la tolerancia de las plantas a la salinidad y a la sequía, y las hace más resistentes a los ataques de patógenos que infectan a la planta por sus raíces, razón por la cual la incidencia de plagas en el presente trabajo fue baja.

Es importante mencionar que no hubo diferencias estadísticas en las variables de altura de planta a los 15, 30 y 45 días y cosecha.

## 5. Conclusiones

De los resultados obtenidos en el estudio; **“Caracterizar morfológicamente esporas de micorrizas del género *Glomus* sp. a nivel de invernadero y de campo en el cultivo de soya *Glycine max* L. ”**, se llegó a las siguientes conclusiones.

1. Al evaluar el rendimiento del cultivo, el tratamiento que mejor comportamiento tuvo fue el T4 que corresponde a (Micorrizas extranjeras + *Bradyrhizobium*) y el Tratamiento T3 que corresponde a Micorriza nativas + *Bradyrhizobium* lo nos permite concluir que la interacción del hongo micorrítico con la bacteria *Bradyrhizobium* se potencializan a través de los exudados radicales de las plantas de soya.
2. Es importante mencionar que para el uso de las micorrizas nativas se hizo una selección y una caracterización morfológica de las esporas de micorrizas más eficientes en estudios previos realizados al inicio del ensayo. Con lo cual podemos concluir que el incremento en el rendimiento del cultivo de soya se debió principalmente a la interacción de la micorriza tanto nativa como extranjeras con *Bradyrhizobium japonicum*.
3. Las plantas de soya al tener una mayor disponibilidad de nutrientes crecieron vigorosas, razón por la cual no existió ataques de plagas y enfermedades.
4. Al realizar el conteo de esporas de micorrizas a nivel de campo se concluyó que en los tratamientos donde se utilizó las micorrizas extranjeras encontramos el mayor número de esporas por gramo de suelo, correspondiendo a T4 con 141 esporas a nivel de campo en tamiz de 45 µm y el menor número de esporas al T5 con 24 esporas. En el caso de las micorrizas nativas también fue importante el número de esporas

encontradas lo cual manifiesta la efectividad de las micorrizas nativas para reproducirse en el medio edafoclimático de la zona.

## 6. Recomendaciones

1. Se recomienda la utilización del tratamiento tres (T3) y el tratamiento cuatro (T4) para el cultivo de soya lo cual brinda un buen resultado en la producción con micorrizas nativas y extranjeras + *Bradyrhizobium*.
2. En el análisis económico de los tratamientos cabe destacar que hay un ingreso neto positivo en cualquiera de los tratamientos en estudio.

## Referencias

- [1] Allen, E.B. 1995. La restauración de zonas aridas perturbadas con especial referencia a los hongos micorrizicos. Pp. 167 – 177. In R. Orellana, J. A. Escamila y A. Larque Saavedra (Eds.) Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. CICY, Yucatan, Mexico.
- [2] Allen, E.B. 1995. La restauración de zonas aridas perturbadas con especial referencia a los hongos micorrizicos. Pp. 167 – 177. In R. Orellana, J. A. Escamila y A. Larque Saavedra (Eds.) Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos. CICY, Yucatan, Mexico.
- [3] Appleton, B., J. Koci, S. francés, et al. 2003. Micorrízica inoculación de hongos de árboles en las calles establece. *Journal of Arboricultura* 29:107-110.
- [4] Azcon R. 2000. Papel de la simbiosis micorrizica y su interacción con otros microorganismos rizosféricos en el crecimiento vegetal y sostenibilidad agrícola. In Alarcón A, Ferrera-Serrano R. Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Ed. Mundi-Prensa México.
- [5] Barea J, Andrade G, Bianciotto V, Dowling D, Lohrke S, Bonfante P, O’Gara F, Azcon-Aguilar C. 1998 Impact on arbuscular mycorrhiza formation of pseudomonas strains used as inoculants for biocontrol of soil-borne fungal plant pathogens. *Appl Environ Microbiol.* 64:2304-2307.
- [6] Barea, J.M., Escudero, J.L. & Azcon-Aguilar, C. 1980. Effects of introduced and indigenous VA mycorrhizal fungi on nodulation, growth and nutrition of *Medicago sativa* in phosphate-fixing soils as affected by P Fertilizers. *Plant and Soil* 54(2) 283-296.
- [7] Blanco F, Salas E. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, Congreso Nacional de Fitopatología, Congreso Nacional de suelos (2, , San José, C. R) ¿Puede la agricultura sostenible ser competitiva?: Memoria. Eds. J. Bertseh; W. Badilla; E. Bornemiza. San José, EUNED/EUNA. 1996;3:69-79.
- [8] Blanco F, Salas E. 1996. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. X Congreso nacional agronómico/II Congreso de suelos. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Costa Rica. p. 69.
- [9] Corredor G. 2002. Manejo sostenible de los agroecosistemas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Regional 2, editores. Florencia.
- [10] Coyné, M. 2000. Microbiología del Suelo: un enfoque exploratorio. Ed. Paraninfo, España.
- [11] González M., 1995. La Endomicorriza Vesículoarbuscular. Asociación simbiótica entre hongos para la producción de frutales. Agroproductividad.
- [12] Haselwandter, K. 1987. Mycorrhizal infection and its possible ecological significance in climatically and nutritionally stressed alpine plant communities. *Angew Bot* 67:107-114.
- [13] INVAM. 2006. Micorriza Information Exchange Web Site clearinghouse for information on research, teaching, business of mycorrhizal symbiosis.
- [14] Martínez, R. 1999. Introducción al conocimiento sobre los biofertilizantes bacterianos. Instituto de Investigaciones fundamentales en Agricultura tropical (INIFAT).
- [15] Molina M, Machecha L, Medina M. 2004, Importancia del manejo de hongos micorrizogenos en el establecimiento de arboles en sistemas silvopastoriles. *Revista colombiana de ciencias Pecuarias*, Vol.18:2,2005.
- [16] Molina M, Machecha L, Medina M. 2005, Importancia del manejo de hongos micorrizogenos en el establecimiento de arboles en sistemas silvopastoriles. *Revista colombiana de ciencias Pecuarias*, Vol.18:2, 162-175.
- [17] Novo Sordo René. 2004. Charla sobre el uso de los biofertilizantes en la agricultura moderna y su aplicación práctica. Curso de pregrado previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo del 28 de Octubre al 28 de Diciembre. UNAH. La Habana.
- [18] Read, D.J. Mycorrhiza. 1999. The state of the art. En: Mycorrhiza 2nd. (A. Varma y B. Hock, eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. p. 3-34.
- [19] Reyes, 2007 las asociaciones biológicas en el suelo: La micorriza arbuscular.

- [20] Rivera E. Ramón, Fernández M. Félix. Et al, 2003. El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible.
- [21] Rodríguez M. María, González ch. María, Ferrera C. Ronald. Manual de agromicrobiología.1993. Editorial trillas. México. Df.
- [22] Sánchez, I. 2009. Análisis de la estructura y diversidad de las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares asociados a plantas de especial interés ecológicos en ambientes mediterráneos. Granada.
- [23] Sánchez, P.A., Salinas, J.G. 1999. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. *Advances in Agronomy*.34:279.
- [24] Sempere, F. Santamarina, p. Abril 2001. La aplicación de las micorrizas. *Revista "agrícola vergel"* n° 232 de abril 2001. Pág 198-201.
- [25] Torres C. (2002) Biblioteca del Campo, Manual Agropecuario; “Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente” Edit limerin1.993.
- [26] Schenck, N. C., Perez, Y. 1990. Manual for identification of MVA mycorrhizal fungi. 3<sup>rd</sup> Edition. Florida: Sinergistic publication.
- [27] Sieverding, E. 1984. Curso Nacional sobre Micorrizas; Aspectos básicos de la investigación en micorrizas vesículo arbusculares. Universidad Nacional de Palmira.
- [28] Smith, S. E. & D. J. Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, San Diego, London, New York, Boston, Sydney, Tokio, Toronto.
- [29] Varma RV. 1996. Interaction of VA-mycorrhizal fungi with rhizosphere and rhizoplane mycoflora of forest tree species in arid and semi-arid regions. Pp. 222-231. In: Mohan V, Neelam-Verma; N Verma, KSS Nair y J.K. Sharma (Eds). Impact of diseases and insect pests in tropical forests. Proceedings of the IUFRO Symposium, Peechi, India, 23-26 November 1993. 1996.
- [30] Varela, L. González, M. 2007. Taxonomía de hongos formadores de micorriza arbuscular. Instituto de Recursos naturales, Colegio de posgraduados en Ciencias agrícolas. Montecillo, México. 153p.
- [31] Villegas Ríos, M; Cifuentes J. 2004. Las micorrizas en la evolución de las plantas. *Ciencias*, enero-marzo, numero 073. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México pp.30-36, en <http://redalyc.uaemex.mx>
- [32] Willey Joanne, 2009. Microbiología. McGraw Hill Interamericana. Madrid-España

## NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, es una revista científica-académica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil. Su objetivo es contribuir a la socialización y debate de la producción científica en el ámbito de las Ciencias Naturales y Ambientales. La publicación será semestral en los meses de julio y diciembre. Los autores pueden someter sus trabajos en la Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales, en español o inglés. Deben asumir los siguientes lineamientos, puesto que los artículos que no lo sigan serán rechazados o devueltos para que se realicen las correcciones pertinentes:

### Tipos de artículos

1. Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales publicará artículos sobre los diversos aspectos de las Ciencias Naturales, pudiendo ser de cuatro tipos:
  - De investigación, que reportan investigación básica original relacionada con los campos de las ciencias antes descritas, usando enfoques cualitativos, cuantitativos o mixtos.
  - De revisión, que contribuyan al progreso de la producción de conocimiento en alguno de los campos de las ciencias antes descritas. Se trata de manuscritos orientados a sintetizar investigación científica previa, a discutir problemas metodológicos o conceptuales.
  - De discusión, que contribuyan a la discusión de los diversos aspectos de las Ciencias antes descritas.
  - De Ensayo.

*No se publicarán artículos que expresen exclusivamente opiniones, anécdotas o interpretaciones no fundamentadas.*

### Originalidad

2. Los trabajos deben ser originales e inéditos. No deben haber sido presentados en otra editorial simultáneamente.

### Componentes de los escritos

3. La estructura de los documentos presentados contendrán los siguientes apartados:
  - a) Título (Español e Inglés)
  - b) Resumen o Abstract (Español e Inglés)
  - c) Palabras clave (Español e Inglés)
  - d) Introducción
  - e) Materiales y Métodos
  - f) Resultados
  - g) Discusión
  - h) Conclusiones
  - i) Recomendaciones
  - j) Referencias

4. La página "Título" debe incluir la siguiente información:
  - a) Título del artículo;
  - b) Nombre completo del autor o de los autores;
  - c) Grado profesional;
  - d) Nombre y dirección completa del centro de estudio o trabajo actual, incluyendo números telefónicos y correo electrónico.

*Los datos personales facilitados por los autores a esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por la misma, no estando disponibles para ningún otro propósito.*

5. El Resumen debe ser escrito en español e inglés; y no deben superar las 200 palabras respectivamente. Deben resumir la información sobre el propósito/objetivos/hipótesis del trabajo, procedimiento, resultados y conclusión.
6. Después del Resumen se indicarán 4 palabras clave en español e inglés, que no sean repetitivas del título del artículo. Con este fin se utilizará el Tesoro de la UNESCO (Consulte en: <http://databases.unesco.org/thessp/>).
7. Las Referencias deben de incluirse todas y únicamente las publicaciones reseñadas en el texto.

### Normas de estilo

8. Los trabajos deben ser compatibles con Microsoft Word. La extensión no debe superar las 7000 palabras, incluyendo el título, el resumen, las referencias bibliográficas, tablas y figuras.
9. Deben estar configurados en formato A4, con letra Times New Roman de 12 puntos con interlineado de 1,5.
10. Los cuadros, gráficos, tablas, mapas, figuras, fotografías, a color o a blanco y negro (line-drawings) deberán incluirse en el cuerpo del documento con una resolución de 1200 dpi. La leyenda de cada tabla se colocará en la parte superior de la misma, a diferencia de la leyenda de los gráficos/figuras que se ubicará en la parte inferior.
11. Para la redacción de los trabajos los autores deberán apearse a las pautas del Manual de Estilo de la American Psychology Association (APA –6° edición). Consulte: <http://www.apastyle.org/>. de acuerdo con los siguientes ejemplos:

Cuando se haga referencia de manera general a una obra, se escribirá el apellido del autor, el año de edición y el número de página, dentro de un paréntesis: (Alberti, 2002: 39) o en el caso de dos autores (Rodríguez y García: 1998: 56); si son más de dos autores se anotará (Sánchez et al., 2003). Ejemplo:

“Escuchar es la manera como se compone todo aquello que nosotros logramos construir y establecer como verdadero. He ahí el punto ciego” (Jaques Poulain, 2004: 16-17), porque lo tomamos como valor absoluto, lo establecemos en nuestras mentes a través de los que

vemos y oímos, lo convertimos en verdades que apoyan a nuestros valores de interrelación con los otros para sentirnos aceptados, armonizando con nuestras ideas para compartirlo con nuestros compañeros sociales.

En el caso de utilizarse obras del mismo autor publicadas en el mismo año, se ordenarán alfabéticamente y se les distinguirá con una letra minúscula después del año: “La poesía no puede sacar partido del arrepentimiento, pues no bien se plantea este último, el escenario es interno” (Kierkegaard, 1992<sup>a</sup>: 79). “Un momento así exige tranquilidad, no debe ser perturbado por la reflexión” (Kierkegaard, 1992b: 100).

La bibliografía debe estar escrita en el mismo sistema, ordenada alfabética y cronológicamente según corresponda. No usar mayúsculas continuas. Los apellidos y nombres de los autores deben estar completos, es decir, no deben anotarse solo abreviaturas. Como norma general, los títulos de libros se reseñarán en cursiva; y los títulos de artículos, entre comillas y tipografía normal; ejemplo, véanse los siguientes ejemplos:

#### Para libros

Grize, Jean (1990), *Logique et langage*, Paris: Ophrys.

Dogan, Matei y Robert Pahre (1993), *Las nuevas ciencias sociales: la marginalidad creadora*, México: Grijalbo.

Poulain, Jaques citado en Álvarez González, Freddy Javier, Módulo 2, *Educación Ciencia y Sociedad*, Universidad Politécnica Salesiana, Unidad de estudios de posgrados, Quito, abril 2005.

Quijano, Aníbal: “Colonialidad del Poder, Eurocentrismo y América Latina”. En Edgardo Lander, comp. *Colonialidad del Saber, Eurocentrismo y Ciencias Sociales*. CLACSO-UNESCO, 2000.

#### Para revistas o capítulos de libros

Giménez, Gilberto (2003), “El debate sobre la perspectiva de las ciencias sociales en los umbrales del nuevo milenio”, en *Revista Mexicana de Sociología*, año 65, núm. 2, México: UNAM.

Morley, David (1998), “Debate mediático: interpretando las interpretaciones de las interpretaciones”, en Curran, James et al. [comps.] *Estudios culturales y comunicación*, España: Paidós Comunicación.

#### Para referencias a sitios web

Se indicará la ruta completa del trabajo señalando la fecha de consulta: Romero, Ernesto (2005), “Estudios sociológicos contemporáneos”, en *Sociología general*, núm. 35, México: unam. <<http://www.iis.unam.mx/biblioteca/principal.html>> [22 de enero de 2006].

### Proceso editorial

12. El documento recibido por el editor responsable pasa por dos procesos de selección:

- a) El primero se lleva a cabo en el Consejo Editorial Interno, quien determinará la pertinencia y solvencia científica del manuscrito.
  - b) El segundo proceso lo realiza el Consejo Editorial Externo, según el sistema de revisión por pares (doble ciego). En el caso de resultados discrepantes se remitirán a un tercer dictamen, el cual será definitivo.
13. El Consejo Editorial notificará a los autores la decisión de los evaluadores en cuanto a la aceptación, solicitud de revisión o rechazo del artículo.
  14. Si el artículo es aceptado para la publicación, los editores combinarán los comentarios de los revisores con sus propias observaciones editoriales y regresarán el manuscrito al autor principal para su revisión final. El autor debe entonces realizar las correcciones y cambios necesarios. Usualmente el tiempo dado para los cambios no será mayor a dos semanas.
  15. La coordinación editorial de la revista se reserva el derecho de hacer corrección de estilo y cambios editoriales que considere necesarios para mejorar el trabajo.
  16. Una vez diagramado el texto, se enviará una prueba de composición del artículo para corregir errores y su aprobación. En este punto no será posible hacer cambios en el manuscrito, sino solamente corregir errores. El autor debe retornar la prueba de impresión a los editores máximo una semana después de haberla recibido.
  17. Si un artículo es publicado en *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, el primer autor recibirá tres ejemplares de la revista en la que ha sido publicado su trabajo.

### Declaración de responsabilidad

18. Como parte del proceso de envío, se requiere que los autores indiquen si sus envíos cumplen con las siguientes indicaciones:
  - a. El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación al Editor responsable).
  - b. El fichero enviado está en formato Microsoft Word o compatible, y no tiene una extensión superior a 7000 palabras.
  - c. El texto tiene interlineado 1.5; el tamaño de fuente es 12 puntos y el tipo es Times New Roman; y todas las ilustraciones, figuras y tablas están dentro del texto en el sitio que les corresponde y no al final.
  - d. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo de la American Psychology Association (APA).



- e. La página “Título” incluye todos los datos identificativos de los autores.

### **Derechos de autor**

- 19. Las obras que se publican en esta revista están sujetas a los siguientes términos:

- a. El Servicio de Publicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil (la editorial) conserva los derechos patrimoniales (copyright - © 2013, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Ecuador) de las obras publicadas, y favorece y permite la reutilización de las mismas bajo la licencia de uso indicada en el literal b.

- b. Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales se publica en versión escrita bajo una licencia <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ec/>. Se pueden copiar, usar, difundir, transmitir y exponer públicamente, siempre que: i) se cite la autoría y la fuente original de su publicación (revista e editorial); ii) no se usen para fines comerciales; iii) se mencione la existencia y especificaciones de esta licencia de uso.

### **Presentación**

- 20. Los artículos deben ser enviados mediante archivos adjuntos al e-mail: [info@fccnnugye.com](mailto:info@fccnnugye.com), con copia al Editor responsable: [carmenbonifaz@hotmail.com](mailto:carmenbonifaz@hotmail.com).

## CONTENIDO

Producción de Plántulas de <i>miconia robinsoniana</i> para el posible establecimiento de un Banco de Germoplasma como una acción a tomarse frente al cambio climático, en la Isla Santa Cruz, Galápagos .....	3
..... <i>Mireya Freire &amp; Carmita Bonifaz</i>	
Poliquetos Bentónicos como bioindicadores de materia orgánica en la zona intermareal de la Isla Santa Clara (Golfo de Guayaquil Exterior) .....	19
..... <i>Tania Calderón &amp; Francisco Villamar</i>	
Los Crustáceos Decápodos de Aguas Profundas del Mar Ecuatoriano.....	35
..... <i>Matilde Cornejo</i>	
Distribución y Concentración de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, <i>Escherichia coli</i> y <i>Enterococos</i> en el agua y sedimento en el Estero Salado (Tramos B, D, E y G) .....	47
..... <i>Guillermo Baños &amp; Rubén Castro</i>	
Caracterización morfológica de esporas de micorrizas del Genero <i>Glomus</i> sp. a nivel de invernadero y de campo en el cultivo de soya <i>Glycine max</i> L.....	61
..... <i>Susana Espinoza</i>	



UNIVERSIDAD  
DE GUAYAQUIL



Facultad  
de **Ciencias Naturales**