



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA, CIENCIAS BIOLÓGICAS
OCEÁNICAS Y RECURSOS NATURALES**

“Distribución y Abundancia de Macrobentos en la Reserva de Producción Faunística
Manglares del Salado del Golfo de Guayaquil para la estación seca del año 2014”

INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

Presentada por:

DROUET RACINES DAVID ANDRÉS

LOVATO MENDOZA ADRIANA PAMELA

Guayaquil – Ecuador 2015

AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera infinita a nuestros tutores, El Doctor Antonio Herrera y la Doctora Paola Calle, por su tiempo, dedicación, y por compartir sus conocimientos, haciendo posible con su guía la realización de este trabajo de investigación.

Al personal docente de la FIMCBOR que durante nuestra vida académica impartieron sus clases con dedicación y esmero.

Al personal de trabajadores con quienes formamos una grata amistad, agradecemos su amabilidad y colaboración durante nuestra vida universitaria.

Al Msc. Jerry Landívar quién además de ser un excelente profesor, llegó a ser un gran amigo, quién nos brindó su apoyo incondicional, nos llevamos sus enseñanzas como maestro y gran ser humano.

A la Lcda. Karina León una gran profesora, de gran corazón, estaremos muy agradecidos por sus enseñanzas e inmensurable ayuda.

Al grupo de compañeros que formaron parte de este gran proyecto, cada experiencia vivida hizo agradable y llenó de anécdotas el desarrollo de esta investigación, sobre todo al grupo “Macrobentos” y al Biólogo Omar Alvarado

DEDICATORIA

Lleno de humildad, con el amor que mi corazón puede ofrecer dándole la Gloria a Dios, la base de cada logro en mi vida. Dedico este trabajo a Dios en primer lugar.

A mi Padre, por su amor, por su sacrificio, por sus consejos, por su ejemplo y sobre todo por su paciencia en todos estos años de vida.

A mi madre, por su amor inigualable, su incondicional ayuda, quién junto a mi Padre han formado un hogar maravilloso, les debo mis valores y cada paso que doy, no basta con escribir unas líneas para demostrar lo orgulloso y bendecido que me siento por ser su hijo, son los mejores. Para ustedes con infinito amor.

A los mejores amigos que Dios me ha dado, los que nunca fallan, los de amor incondicional, a mis amados hermanos, Arianne, Dafna, Josué, Mariela, Paul y Gabriel.

A mis Tíos y de manera especial a mi Abuelita, quién me ha cuidado, pasado noches de desvelo y brindado su amor.

A ese grupo de amigos que todo Padre no sabe si tenerles aprecio o exiliarlos, los que están en los festejos, en las tristezas, y en cualquier excusa que implique compartir momentos donde se desarrollan las mejores historias, “Los Vergaras”.

David Drouet Racines

DEDICATORIA

Dedico de manera especial con todo mi amor y cariño esta investigación a mis abuelos Víctor Mendoza y Flor María de Mendoza, a mis tíos por su incondicional apoyo pude alcanzar un peldaño más en mi vida profesional

A mi Padre, mi madre y mi hermano que me han ofrecido su amor, consejos y calidez de familia, por enseñarme el significado de trabajo fuerte, por siempre creer en mí.

A mis compañeros y amigos que compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas a través de nuestra formación personal.

A la Universidad, docentes y colaboradores que con su formación profesional con su ayuda, con sus experiencias, enseñaron lo mejor de esta carrera.

Pamela Lovato Mendoza

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Cervantes

DECANO DE LA FIMCBOR

Ph.D Paola Calle D.

DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ph.D Antonio Herrera

EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad de esta Investigación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

DROUET RACINES DAVID

LOVATO MENDOZA ADRIANA

RESUMEN

Se realizaron dos muestreos durante la época seca Noviembre del 2014 (4 de Noviembre y 19 de Noviembre) en la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado, Puerto Hondo. Se trabajaron con 4 estaciones: Puerto Hondo, Madre Costal, Plano Seco, Tres Bocas con 3 réplicas respectivamente, se tomaron muestras de agua y sedimento. El Estero Salado se caracteriza por presentar condiciones propias de ambientes anóxicos esto por la contaminación en la que se encuentra.

Al realizar los análisis estadísticos se determinó que no presentaban diferencias significativas entre los parámetros por lo que se optó por promediar ambos muestreos. Se encontraron un total de 4 Phyla, el Phylum Annelidae tiene el mayor porcentaje de abundancia (96,64%), donde la Familia Capitellidae tiene un porcentaje de abundancia de (87,22%), seguido por los oligoquetos con (4,26%).

Adicionalmente se los clasificó por grupo trófico es decir por la forma de alimentarse como de moverse en la matriz sedimentaria.

Se realizaron análisis de correspondencia canónica, al estar todas las variables relacionadas se usaron las familias con mayor número de organismos con el fin de correlacionarlas con variables físicas, químicas y con la diversidad de macroinvertebrados. Dado que la familia Capitellidae presentó una relación positiva

con el pH mientras que presentó una relación negativa $-0,47$ con la salinidad al igual que la familia Pilargiidae $-0,54$ lo cual quiere decir que a menor salinidad menor presencia de estos organismos. Mientras que la Familia Nereididae se vio afectada de manera negativa $-0,43$ por la presencia de fosfato. La Familia Mytelidae presentó una relación positiva $0,78$ con el pH puesto que al tratarse de una especie filtradora, para su crecimiento necesita de valores adecuados para su desarrollo.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
GENERALIDADES ESTERO SALADO.....	4
1.1. Aspectos.....	4
1.1.1. Clima	5
1.1.2. Importancia ecológica.....	5
1.2. Contaminación del Estero Salado	5
1.3. Macrobentos.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1. Recolección de Muestras	12
2.2. Análisis de Laboratorio.....	14
2.2.1. Determinación de parámetros físicos y químicos.....	14
2.2.2. Análisis de organismos macroinvertebrados bentónicos	15
2.2.3.1. Identificación de organismos macroinvertebrados bentónicos	15
2.2.3.2. Estimación de la densidad de organismos macroinvertebrados bentónicos	16
2.2.3.3. Determinaciones del Índice de Diversidad Shannon – Wiener.....	17
2.3. Análisis de Resultados.....	18
2.3.1. Análisis descriptivo.....	18
2.3.2. Análisis Mutivariado.....	18
2.3.3. Análisis por correspondencia Canónica	18
RESULTADOS	20
3.1. Parámetros físicos – químicos	20
3.2. Parámetros biológicos	26

3.2.1.	Descripción General de la Macrofauna Bentónica	26
3.2.2.	Análisis de diversidad (Índice de Shannon-Wiener)	33
	DISCUSIÓN	36
	CONCLUSIONES.....	41
	RECOMENDACIONES.....	43
	BIBLIOGRAFÍA.....	44

ABREVIATURAS

cm	Centímetros
g/l	Gramos por litro
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
ind/m²	Individuo por metro cuadrado
m²	Metros cuadrados
mg/l	Miligramos por litro
mS/cm	Micro Siemens por centímetro
OD	Oxígeno Disuelto
pH	Potencial de Hidrógeno
RPFMS	Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado
um	Micras
ups	Unidades prácticas de salinidad

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.	Estaciones de muestreo y coordenadas	13
Tabla II.	Parámetros físicos químicos Época Seca 2014	25
Tabla III.	Densidad (Ind/m ²) de la macrofauna bentónica época seca del año 2014	30
Tabla IV.	Grupos tróficos.....	31
Tabla V.	Coefficiente canónico de regresión.....	32
Tabla VI.	Índices de Diversidad de las estaciones muestreadas en la época seca del año 2014	33
Tabla VII.	Coefficiente canónico de regresión.....	35

INTRODUCCIÓN

La Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado (Puerto Hondo) forma parte del Golfo de Guayaquil, es un sistema estuarino que concentra el 81% de sistemas de manglares del Ecuador, de gran importancia en el sustento de las comunidades aledañas y ajenas al ecosistema que consumen sus recursos entre los cuales están peces, crustáceos, moluscos de alto nivel comercial [1].

Dentro de este ecosistema se han delimitado áreas de interés estratégico para el manejo sustentable de los recursos, como: El Bosque Protector Salado del Norte de 47,15 hectáreas, Bosque Protector Puerto Hondo de 2.000 hectáreas, y la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado con 5.407 hectáreas [2]. Para efecto de este estudio se realizó la recolección de muestras en el área del Bosque Protector Puerto Hondo.

A pesar de la gran importancia de esta reserva, se ve influenciado de manera negativa por las intensas actividades antropogénicas cerca de sus orillas, producto del crecimiento demográfico que posee Guayaquil, una de las ciudades más pobladas del Ecuador. En el deterioro ambiental han contribuido factores como falta de un adecuado sistema de alcantarillado, deposición de desechos sólidos, efluentes por hidrocarburos sin un tratamiento efectivo. La suma de todos estos factores ha contribuido con el deterioro en la calidad ambiental.

La principal forma de contaminación es a través de las aguas residuales que no tienen el tratamiento respectivo o no cuentan con ningún tipo de tratamiento; el 60 % de uso doméstico y un 40% industrial, ingresan también por escorrentía de tóxicos proveniente de zonas de cultivo [3]. Sus orillas también son usadas como vertederos de basuras, lo cual ha afectado tanto a su biota: especies, abundancia de especies, distribución de especies y tamaño de organismos propios del Estero.

Es necesario entonces determinar el grado de contaminación costera en la que se encuentra actualmente la reserva ya que no solo impacta a los organismos que habitan en ella sino que afecta a la salud pública. Esto se realizó mediante una serie de estudios ambientales en los que se incluye la recolección de organismos macrobentónicos, invertebrados que por su biología y forma de vida, han sido usados como bioindicadores en programas de seguimiento ambiental, para determinar el grado de afectación de las comunidades marinas frente a la contaminación, ya que demuestran efectos deletéreos a la contaminación, son organismos con poca movilidad o sedentarios; esto los hace idóneos para evaluar la contaminación que afecta al fondo. Dentro de estos organismos macroinvertebrados se encuentra la familia Capitellidae con la especie *Capitella capitata*, reconocidos como indicadores de contaminación orgánica [4, 5].

La importancia de este tipo de estudios radica en evaluar los cambios que suceden en las comunidades biológicas presentes en este tipo de ecosistemas, establecer una relación de estos cambios en las comunidades con las variables ambientales tanto físicas como químicas.

En la actualidad hay una creciente preocupación por la conservación o el mejoramiento de los recursos naturales, sobre todo en este tipo de ecosistemas que se ven directamente afectados por las actividades humanas, sin embargo no existe una gran cantidad de estudios que permitan tomar medidas de remediación y monitoreo, se pretende entonces con esta investigación proporcionar información valiosa para nuevos estudios o que sirva como base para un monitoreo y comparación temporal con posteriores investigaciones.

GENERALIDADES ESTERO SALADO

1.1. Aspectos

Un estuario es un cuerpo de agua que está parcialmente cerrado, teniendo una conexión con mar abierto y la salinidad de esta es disminuida por la dilución con el agua dulce proveniente de ríos.

Son muy dinámicos, poseen variaciones de salinidad ya sea diarias por mareas o estacionales por lluvias o sequías, variaciones de temperatura, diferentes tipos de sustrato fangoso y/o arcilloso, alta turbidez, variabilidad de oxígeno.

De suma importancia porque proveen de alimento, lugar de reproducción y protección de peces de interés comercial, camarones, ostras, bivalvos, aves migratorias y residentes [6].

El Estero Salado es un estuario interior del Golfo de Guayaquil, brazo de mar conformado por aguas del Océano Pacífico y Occidente del Río Guayas. Su característica principal es que está vinculado a sistemas de manglar salitroso lo que lo hace un ecosistema muy particular tanto en su fauna como flora. Debe su nombre a la intrusión profunda de agua salina y al escaso suministro de agua dulce.

1.1.1. Clima

El Estero Salado se encuentra dentro de la zona tropical, influenciada por la corriente fría de Humboldt y la cálida de El Niño cálida dando dos estaciones: periodo lluvioso que va desde diciembre hasta mayo siendo febrero y marzo los meses de mayor precipitación, y un periodo seco que va desde mayo a diciembre , siendo agosto y septiembre los más secos. La temperatura del Estero Salado oscila entre los 24 – 31oC, con una media de 27oC.

1.1.2. Importancia ecológica

El Estero Salado, es el más grande y productivo de la Costa Este de América del Sur, alberga el 81% de sistemas de Manglares del Ecuador convirtiéndolo en zona de cría, albergue y refugio de organismos que allí habitan [7].

1.2. Contaminación del Estero Salado

El Estero Salado se encuentra en un estado de deterioro ambiental avanzado esto a causa de que en sus aguas se depositan descargas directas e indirectas de industrias y residenciales sin el trato adecuado siendo así que los ríos operan como verdaderos filtros empleando sus características hidráulicas para tratar de diluir las aguas residuales [8], esto cambia la vida perteneciente al estuario afectando al ecosistema

en general por la presencia de heces fecales , originando así la eutrofización y con altos riesgos de afectación a la salud pública [9].

Esto más la sedimentación que ocasiona un estrechamiento en el cauce del estero y por consiguiente falta de oxigenación de sus aguas son las principales causas que afectan al Estero Salado. En décadas de los 50 y 60 por el incremento de las zonas urbanas marginales, empeoró la contaminación del estero, se usaron áreas de manglar para construir viviendas, depositando desechos al estero.

En los años 80 se determinó que aguas negras que iban al Estero no eran arrastradas al mar, sino que se quedaban condensadas en el manglar [10].

1.3. Macrobentos

Son invertebrados de medidas mayores a 0,5 mm, son visibles a simple vista, se usa el microscopio con el fin de observar mejor su morfología por carácter de clasificación son animales que habitan sustratos que se encuentran sumergidos o parcialmente sumergidos el grupo esta conformados por poliquetos, moluscos, oligoquetos, artrópodos sobre todos los que están en forma larvaria [11].

Estas comunidades marinas son ampliamente usadas como bioindicadores ya que integran a través del tiempo los componentes del lugar donde se encuentran incluidos contaminantes, son organismos abundantes, presentan diferentes taxones donde su

forma de vida y alimentación esta correlacionado con las propiedades físicas químicas que presenta el lugar donde habitan, por eso y por su baja movilidad estas comunidades se convierten en herramientas para evaluar el estado de contaminación [12].

Estudios anteriores realizados por Lorena Monserrate y José Medina en el año 2011 demuestran resultados donde los principales Phylum presentes en el área de estudio son P. Annelidae, P. Mollusca y P. Arthropoda [13].

Phylum Annelida

Lo caracterizador dentro de este Phylum es su cuerpo segmentado, dentro de este Phylum se encuentran los gusanos segmentados, poliquetos (gusanos de vida marina), oligoquetos (lombrices de tierra) y sanguijuelas.

Los anélidos son, metazoos bilaterales, triblásticos, esquizocelomados y prostomados. Presentan un cuerpo segmentado compuesto por prostomio y peristomio, con pares de quetas o sedas en cada segmento. Poseen tubo digestivo completo, sistema circulatorio cerrado, sistema nervioso bien desarrollado, con un ganglio cerebral dorsal, conectivos circumentéricos y cordón ganglionar ventral puede ser uno o dos. Diocos o monoicos (hermafroditas), muchos con larvas trocófera característica. Marinos, de agua dulce y terrestre [14].

Phylum Mollusca

Este phylum se caracteriza por ser muy abundante. Cuenta con una gran variedad de moluscos (calamares, caracoles, ostras, pulpos y almejas) con diferentes requerimientos para sus actividades biológicas y ambientales.

Características de este Phylum: organismos blandos, protostomados, Metazoos, secundariamente asimétricos o con simetría bilateral, triblásticos, celoma limitado a las cavidades de los órganos renales, pericardio, gónadas, y parte del intestino (Esquizocelomados); presentan la cavidad del manto o paleal, estructura (manto) que secreta la concha y da lugar a una cavidad la misma que aloja las branquias, gonoporos, nefridióporos y el ano; el hemocele es la primordial cavidad del cuerpo. Para su locomoción utilizan un pie muscular que se encuentra en la zona ventral. A excepción de los bivalvos los demás moluscos presentan rádula en su cavidad bucal; tubo digestivo completo con destacada especialización; salvo la familia Caphalopoda los moluscos presentan sistema circulatorio abierto y una cámara pericárdica donde se aloja el corazón. Generalmente los moluscos son dioicos sin embargo existen algunos hermafroditas, larva es trocófera y frecuentemente seguido por una fase larvaria llamada velígera [15].

Phylum Arthropoda

El Phylum Arthropoda es considerado el más variado y abundante. Debido a su diversidad han conseguido colonizar distintos ecosistemas desde su presencia en el Precámbrico. Comparado con el resto de especies de animales juntas, son tres veces superiores.

Las características generales del Phylum son: Organismos Metazoarios; triblásticos en su desarrollo embrionario; cuentan con un exoesqueleto que les brinda protección; presentan musculatura; Simetría Bilateral; presentan celoma reducido. La mayor parte del cuerpo se encuentra ocupada por el hemocele o la cavidad sanguínea, que junto con el corazón y vasos sanguíneos forman un sistema circulatorio con eficaz irrigación sanguínea; son Protostomados, lo que significa que el blastoporo (boca primitiva) se convierte en Boca definitiva. Cuentan con un complejo sistema sensorial que les permite tener percepción de su cuerpo y evitar que el exoesqueleto sea una barrera de comunicación con el ambiente externo [16, 17].

Phylum Sipuncula

Se conocen como “gusanos de maní” por su peculiar forma, 320 especies de vida marina han sido estudiadas y posteriormente descritas; también suelen enterrarse en fango y arena, perforadores.

Son no segmentados, lo típico de este animal que la parte delantera es retraída es parte de la boca, rodeado por tentáculos. La concavidad de su cuerpo es grande y

llena de fluidos conocidas como urnas ciliares, no tienen sistema circulatorio ni respiratorio [18].

La Familia Capitellidae es de cuerpo aplanado y cilíndrico, la cabeza (prostomium) es truncada sin apéndices. Presentan tórax y abdomen conformado por una estructura interna definida, cuerpo con setas capilares y abdomen con ganchos en capucha. Son los poliquetos más comunes, muchas especies de estas como el *Capitella capitata* son considerados por varios estudios como el que realizó Tsutsumi estudiando la dinámica poblacional como bioindicadores de contaminación [19].

La Familia Nereididae son organismos multisegmentados y alargados, presentan dos antenas, palpos biarticulados y 4 ojos. Sus especies son comunes en todas las profundidades, también en ambientes terrestres. Pueden ser carnívoros activos, se reproducen una vez en su vida [20].

En el Phylum Mollusca se encontró en mayor proporción a la F. Mytelidae Clase Bivalva, seguida con la clase Gastrópoda Melampidae.

La Familia Mytelidae, de Clase Bivalva son moluscos bivalvos marinos, que se encuentran asociados a manglares y ecosistemas marinos en sitios de marea, se adhieren a sustrato por medio de un biso [21].

La Familia Melampidae, de la Clase Gastrópoda, de color café, presenta su concha de forma ovalada. No tienen opérculo, son pulmonados y se los encuentra generalmente en marea baja [22].

El objetivo de la presente investigación fue determinar la relación que existe por la contaminación del ecosistema en la distribución y abundancia de organismos bentónicos en 4 estaciones del Estero Salado del Golfo de Guayaquil.

Los objetivos específicos de la investigación fueron:

- Obtener y procesar muestras bentónicas.
- Separar los organismos bentónicos para su posterior identificación taxonómica.
- Comparar la distribución y abundancia de organismos bentónicos entre las cuatro estaciones del Estero Salado del Golfo de Guayaquil.
- Determinar si el grado de contaminación tiene relación con la distribución y abundancia de Macrobentos en el Estero Salado.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Recolección de Muestras

Se realizaron dos muestreos en la época seca del año 2014, 4 y 19 de Noviembre del 2014 en la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado (Puerto Hondo). Las salidas de campo se realizaron previa consulta con las tablas de marea proporcionadas por el Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INNOCAR), en horas de la mañana. Para el muestreo se dividió el sector en 4 estaciones del Estero Salado que son: Puerto Hondo, Madre Costal, Plano Seco y Tres Bocas, con 3 réplicas por estación (Ver Tabla I).

Para recolectar las muestras de bentos se uso un cilindro de PVC de 10 cm de diámetro y 15 cm de longitud, se coloca de modo que la muestra quede en su interior, estas son colocadas etiquetadas en fundas Ziploc evitando que quede aire en el interior y selladas, luego serán transportadas en una hielera hasta el laboratorio. Adicionalmente en cada estación con la ayuda del Multiparámetros HACH HQ30d tomamos las siguientes mediciones: temperatura (°C), potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto (OD) (mg/L), conductividad (ms/cm), salinidad (ups), sulfuro de hidrógeno (SH₂) se midió con el kit HS-C de Hach-2000.

Tabla I. Estaciones de muestreo y coordenadas

LUGAR	ESTACIÓN	RÉPLICAS	COORDENADAS	
			Norte	Sur
RESERVA DE PRODUCCION FAUNISTICA MANGLARES DEL SALADO	Puerto Hondo	RÉPLICA 1	609278	9756948
		RÉPLICA 2	609071	9757153
		RÉPLICA 3	608976	9757042
	Madre Costal	RÉPLICA 1	612048	9755413
		RÉPLICA 2	612319	9755255
		RÉPLICA 3	612149	9755214
	Plano Seco	RÉPLICA 1	615412	9753716
		RÉPLICA 2	615141	9753716
		RÉPLICA 3	614980	9753614
	Tres Bocas	RÉPLICA 1	615787	9752324
		RÉPLICA 2	615812	9752294
		RÉPLICA 3	615765	9752326

2.2. Análisis de Laboratorio

El trabajo realizado en el laboratorio consistió en el análisis de organismos macroinvertebrados bentónicos.

El procedimiento comprende la extracción, enumeración e identificación de los organismos de la muestra, mediante microscopios, estereoscopios y claves taxonómicas para la identificación de los organismos a nivel taxonómico de familia en la mayor parte de los especímenes.

2.2.1. Determinación de parámetros físicos y químicos

Para la determinación de amonio intersticial en muestras de agua se empleó el kit de medición de amoníaco TNT 361 de Hach, 2005 y el espectrómetro DR2600 de Hach.

Para el análisis de textura en sedimento se usó el método de Plumb para determinar el porcentaje de Arenas ($>63\mu\text{m}$), Limos y Arcillas ($<63\mu\text{m}$) se usó el método de Plumb, adicionalmente se midió porcentaje de humedad [23].

2.2.2. Análisis de organismos macroinvertebrados bentónicos

Las muestras fueron tamizadas en un tamiz o cedazo de acero con un ojo de malla de 250 micras. El sedimento con los organismos de la muestra que ya pasaron por el proceso de tamizaje son depositados en un frasco plástico previamente etiquetado con la información correspondiente, fijadas con Formaldehído al 10% y teñidos con Eosina.

2.2.3.1. Identificación de organismos macroinvertebrados bentónicos

Los organismos son extraídos del sedimento para su identificación y cuantificación, con el uso de pinzas, micropipetas, lupas, agua destilada y lámparas de luz, colocando la muestra en bandejas de fondo blanco, estos organismos son preservados en etanol al 70%.

Para el control de calidad se seleccionó una muestra analizada al azar y se volvió a analizar, si como resultado de este nuevo análisis se obtenía el 10% del total de la muestra ya analizada, se procede a repetir el proceso de aislamiento y cuantificación a todas las muestras.

El proceso de identificación taxonómico se realizó mediante el uso de claves taxonómicas, hasta el nivel de identificación posible. Estos datos obtenidos fueron

utilizados para obtener la abundancia relativa de organismos bentónicos en cada punto donde se realizó el muestreo y luego poder inferir con las características ambientales y contaminación de la Producción Faunística Manglares El Salado (Puerto Hondo) que forma parte del Golfo de Guayaquil.

2.2.3.2. Estimación de la densidad de organismos macroinvertebrados bentónicos

El procedimiento para estimar la densidad se basa en el cálculo del área en m² del cilindro.

Donde el área total de un cilindro es:

$$A = \pi * r^2$$

Radio (r): 5 cm – 0.05 m

La superficie del cilindro es 0.07 m²

Para el total de organismos por cada m² se dividió el número de organismos de las muestras obtenidas para el área total del cilindro en m² (0.07 m²).

2.2.3.3. Determinaciones del Índice de Diversidad Shannon – Wiener

Se usa este índice por ser uno de los más aplicados para ponderar biodiversidad, la heterogeneidad de la comunidad es en base a dos componentes: - número de especies presentes; - abundancia relativa de estas especies.

Este índice sirve para darnos a conocer que tan alterado puede estar un ambiente al disminuir la diversidad, esto a causa de la disminución de taxa y diferencia en la abundancia [24].

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad i = n_i/N$$

Abundancia relativa de la especie

Donde:

H: representa a la diversidad de especies.

S: representa al número de especies.

p_i: proporción individuos de especie i respecto al total de individuos es decir abundancia relativa.

n_i: representa el número de individuos de la especie.

N: representa el número de todos los individuos de todas las especies.

2.3. Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos de la investigación fueron estudiados mediante análisis estadísticos descriptivos y multivariado.

2.3.1. Análisis descriptivo

Registramos datos a través de gráficos, diagramas de pastel y tablas que muestran promedios, desviaciones estándar, valores máximos y mínimos de los resultados obtenidos.

2.3.2. Análisis Mutivariado

Se utilizó un análisis multivariado de varianza para probar si hubo diferencias significativas entre los muestreos, se encontró que no hubo diferencias significativas entre ellas por lo que ambas fueron promediadas.

2.3.3. Análisis por correspondencia Canónica

Aplicamos el método multivariado para entender la relación que existe entre especies biológicas y su ambiente, con el fin de extraer gradientes de datos ecológicos, por medio de estos gradientes se visualizará las diferencias de los

taxones según su esquema de organización [25]. Se utilizó el programa CANOCO versión 4,5 para ejecutar dicho análisis.

Si el resultado de la prueba de correspondencias canónica es estadísticamente significativo, se debe realizar las interpretaciones correspondientes al resultado obtenido.

RESULTADOS

3.1. Parámetros físicos – químicos

En cuanto a los parámetros físicos y químicos son similares en los dos muestreos y las estaciones evaluadas, lo anterior es debido a que no se encontraron diferencias significativas entre los muestreos y las estaciones evaluadas (MANOVA, $p > 0,05$) (Ver Tabla II).

En el caso del Oxígeno Disuelto el promedio y porcentajes de Saturación encontrados en las estaciones pertenecientes a la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado (Puerto Hondo) fueron: Puerto Hondo $2,4\text{mg/l} \pm 0,78$ y $27,2\% \pm 7,12$; Madre Costal $3,9\text{mg/l} \pm 1,32$ y $46,3\% \pm 17,72$; Plano Seco $3,6\text{mg/l} \pm 0,12$ y $45,7\% \pm 0,80$; Tres Bocas $3,3\text{ mg/l} \pm 1,15$ y $42,2\% \pm 11,55$.

El promedio total de OD y porcentaje de saturación para época seca Noviembre 2014 presentó OD: $3,3\text{mg/l} \pm 0,84$ y % de saturación de $74,6\% \pm 63,96$.

En cuanto a la salinidad (ups) los promedios registrados en las estaciones pertenecientes a la RPFMS fueron: Puerto Hondo $28,2\text{ups} \pm 1,65$; Madre Costal $27,0\text{ ups} \pm 2,36$; Plano Seco $28,0\text{ ups} \pm 0,47$; $29,2\text{ ups} \pm 0,24$.

El promedio total que se reporto para la época seca durante el mes de Noviembre del 2014 un promedio de $28,1 \text{ ups} \pm 1,18$.

En Amoniaco en agua (NH_3) (mg/l) los promedios registrados para Amoniaco en Agua encontrados en las estaciones de RPFMS para Noviembre del 2014 época seca fueron: Puerto Hondo $0,3\text{mg/l} \pm 0,41$; Madre Costal $0,1 \text{ mg/l} \pm 0,06$; Plano Seco $0,1 \text{ mg/l} \pm 0,04$; Tres Bocas $0,2 \text{ mg/l} \pm 0,07$.

El promedio total reportado para la época seca del mes de Noviembre del 2014 fueron de: $0,2 \text{ mg/l} \pm 0,15$.

Lo que se refiere a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) los promedios de temperatura registrados para las estaciones de la RFMS Puerto Hondo $25,5 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,38$; Madre Costal $25,6 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,33$; Plano Seco $25,8 \pm 0,31$; Tres Bocas $26,0 \pm 0,73$.

Dando un promedio total durante la época seca Noviembre del 2014 un promedio de $25,7 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,44$.

Los promedios de conductividad registrados para la época seca de Noviembre de 2014 en las estaciones de RPFMS fueron: Puerto Hondo $43,6\text{mS/cm} \pm 3,28$; Madre Costal $44,66\text{mS/cm} \pm 1,79$; Plano Seco $44,46\text{mS/cm} \pm 0,85$; Tres Bocas $38,66\text{mS/cm} \pm 9,91$.

El promedio total reportado para el mes de Noviembre 2014 época seca fue de 42,8 6mS/cm.

Sobre el Potencial de Hidrogeno (pH) los promedios encontrados en las estaciones de RPFMS fueron para Puerto Hondo 6,6 $\pm 0,35$; Madre Costal 6,5 $\pm 0,25$; Plano Seco: 6,4 $\pm 0,08$; Tres Bocas 6,4 $\pm 0,00$.

El promedio total que se reporto de pH para época seca en Noviembre del 2014 fue: 6,5 $\pm 0,17$.

Los promedios de Sólidos Disueltos Totales TDS (g/l) encontrados en las estaciones de RPFMS fueron: Puerto Hondo 29,9 g/l $\pm 1,41$; Madre Costal 30,7 g/l $\pm 1,02$; Plano Seco 31,0 g/l $\pm 5,72$; Tres Bocas 32,6 g/l $\pm 1,63$.

El promedio total reportado para Sólidos Disueltos Totales para época seca Noviembre del 2014 fueron 31,0 g/l $\pm 2,44$.

Los valores de Sulfuro de Hidrogeno (mg/l) registrados para la época seca Noviembre del 2014 en las estación de RPFMS fueron: Puerto Hondo 32,3 mg/l $\pm 8,49$; Madre Costal 13,5 mg/l $\pm 4,48$; Plano Seco 29,8 mg/l $\pm 2,12$; Tres Bocas 50,8 mg/l $\pm 38,89$.

El promedio total reportado para la época seca del mes de Noviembre del 2014 fueron de: 31,6 mg/l \pm 13,49.

A cerca de la textura del sedimento en base a los porcentajes hallados de Arenas, limos y arcillas se determino la composición física que presentaba el sedimento para la época seca Noviembre del 2014.

Los promedios reportados para Arenas en la RPFMS fueron: Puerto Hondo 6,3 % \pm 4,00; Madre Costal 1,6 % \pm 0,15; Plano Seco 4,2 % \pm 2,73; Tres Bocas 2,6 % \pm 0,65. El promedio total reportado en Arena fue: 3,99% \pm 2,01.

Los promedios reportados para Limos en la RPFMS fueron: Puerto Hondo 18,8% \pm 9,67; Madre Costal 25,6% \pm 2,61; Plano Seco 34,8% \pm 8,37; Tres Bocas 34,3% \pm 13,93. El promedio total de Limos fue de 28,4% \pm 8,65.

Los promedios reportados para Arcillas en la RPFMS fueron: Puerto Hondo 74,9% \pm 13,67; Madre Costal 72,8% \pm 2,47; Plano Seco 57,7% \pm 10,32; Tres Bocas 78,2% \pm 36,01. El promedio total registrado de Arcillas fue 71,7% \pm 14,45.

Sobre el porcentaje de humedad los promedios RPFMS en Noviembre en la época seca del año 2014 fue, Puerto Hondo 18% \pm 4,34; Madre Costal 20,1% \pm 1,10; Plano Seco 17,2% \pm 1,98; Tres Bocas 18,5% \pm 1,04.

El promedio de porcentaje de Humedad para esta época fue: $18,5\% \pm 2,12$.

Tabla II. Parámetros físicos químicos Época Seca 2014

		TC	OD (mg/l)	S2H	Amoniaco(Mg/l)	pH	Conductividad (ms/cm)	Salinidad(ppt)	% de Humedad	Sólidos Totales (mg/L)	Arenas	Limos	Arcilla
Estacion 1	Puerto Hondo	25,5 ± 0,38	2,4 ± 0,78	32,3 ± 8,49	0,3 ± 0,41	6,6 ± 0,35	43,6±3,18	28,2 ±1,65	18 ± 4,34	29,9 ±1,41	6,3 ±4,00	18,8 ±9,67	74,9 ±13,67
Estacion 2	Madre Costal	25,6 ± 0,33	3,9 ± 1,32	13,5 ± 4,48	0,1±0,06	6,5±0,25	44,6 ±1,79	27,0 ±2,36	20,1 ±1,10	30,7±1,02	1,6 ± 0,15	25,6±2,61	72,8 ±2,47
Estacion 3	Plano Seco	25,8 ±0,31	3,6 ±0,12	29,8 ± 2,12	0,1±0,04	6,4±0,08	44,4 ±0,85	28,0 ±0,47	17,2 ± 1,98	31,0±5,72	4,2 ±2,73	26,2 ±20,58	57,7 ±10,32
Estacion 4	Tres bocas	26,0 ± 0,73	3,3 ±1,15	50,8 ± 38,89	0,2 ± 0,07	6,4 ± 0,00	38,6±9,91	29,2 ± 0,24	18,5 ± 1,04	32,6±1,63	2,6±0,65	34,4 ±13,93	78,2±36,01
	Promedio	25,7 ± 0,44	3,3 ± 0,84	31,6 ± 13,5	0,2 ± 0,15	6,5 ± 0,17	42,8 ± 3,93	28,1 ± 1,18	18,5 ± 2,12	31,0 ± 2,44	3,99 ± 2,01	28,4 ± 8,65	71,7 ± 14,45

3.2. Parámetros biológicos

3.2.1. Descripción General de la Macrofauna Bentónica

Los macroinvertebrados bentónicos identificados, en el muestreo realizado durante el 4 y 19 de noviembre del año 2014, son representados por 4 grupos taxonómicos (Annelidae, Mollusca, Arthropoda, Sipuncula), El Phylum Annelida presenta el mayor porcentaje de dominancia (96,64%), seguidos por el Phylum Mollusca con (2,30%), el Phylum Artropoda con 0,97%, donde predominan únicamente la clase Malacostraca; por último el Sipuncula con 0,09% (Ver Figura 1).

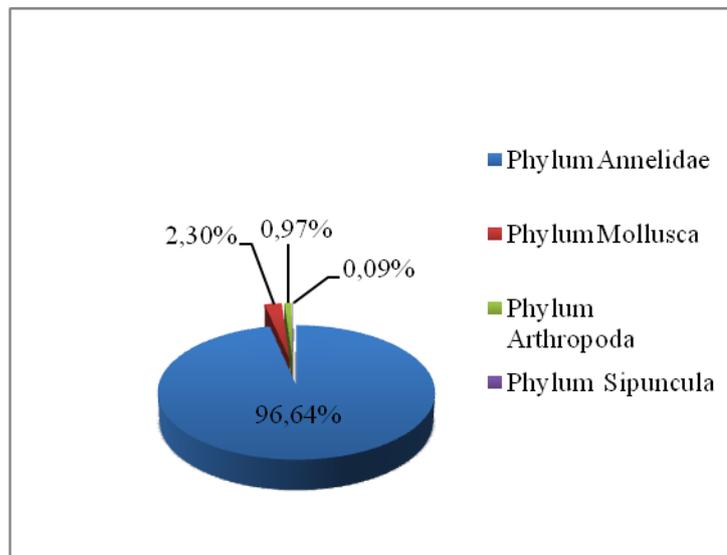


Figura 1. Porcentaje de abundancia de los grupos taxonómicos en época seca 2014 Estero Salado

Dentro del grupo de los Annelidos la familia con mayor densidad fue Capitellidae ($1170,2 \pm 1228,17 \text{ ind/m}^2$), en la estación Tres Bocas mostro un valor mínimo ($204,76 \pm 190,24 \text{ ind/m}^2$), mientras que la mayor densidad se registró en la estación Puerto Hondo ($2357,14 \pm 1609,35 \text{ ind/m}^2$). En orden de abundancia fue seguido por la familia Nereididae con una densidad promedio total de $41,67 \pm 51,85 \text{ ind/m}^2$, con mayor densidad en la estación Madre Costal ($85,71 \pm 85,71 \text{ ind/m}^2$) y con menor densidad en la estación Puerto Hondo ($14,29 \pm 14,29 \text{ ind/m}^2$).

En el Phylum Mollusca se encontraron organismos de la clase Gastropoda y Bivalva, donde la familia con mayor densidad promedio fue Mytilidae de la clase bivalva ($20,24 \pm 37,28 \text{ ind/m}^2$), le siguió la familia Melampidae de la clase Gastrópoda ($4,76 \pm 12,68 \text{ ind/m}^2$).

Mientras que en el Phylum Arthropoda representados únicamente por la clase Malacostraca, la familia de mayor abundancia en promedio es Ocypodidae ($5,95 \pm 14,23 \text{ ind/m}^2$), seguidos en orden de abundancia por los Anfipodos ($4,76 \pm 11,12 \text{ ind/m}^2$). En cuanto al Phylum Sipuncula, representados por la familia Sipuncula presentan una densidad promedio de $1,19 \pm 4,12 \text{ ind/m}^2$ (Ver Tabla III).

Se reportó un total de 1127 organismos, la clase dominante fue Polychaeta 92,38%, seguida de la clase Clitellata 4,26 %, la clase Bivalva con 1,60%, en una menor proporción la clase Malacostraca con 0,97% y Gastropoda 0,70%.

La estación que reportó mayor densidad de organismos fue Puerto Hondo con 7800 ind/m², siendo los Capitélidos la familia que presentó mayor abundancia 7071 ind/m², seguido de la familia de los oligoquetos con 429 ind/m²; la estación Madre Costal es la segunda con mayor densidad (5543 ind/m²), donde la familia Capitélidae muestra mayor abundancia con 5014 ind/m² seguidos de la familia Nereididae con 257 ind/m² y luego la familia de los oligoquetos con 114 ind/m²; Plano Seco presentó una abundancia de 1843 ind/m², donde nuevamente los Capitélidos son los organismos de mayor abundancia con 1343 ind/m², seguidos de la familia Nereididae y Oligoquetos con 129 ind/m², finalmente Tres Bocas presentó una abundancia de 920 ind/m², donde los Capitélidos presentaron mayor abundancia con 614 ind/m², seguidos de la familia Nereididae y Pilagiidae con 71 ind/m².

Se llegó hasta el nivel taxonómico de familia ya que este es el ideal para los objetivos planteados, para lograr los análisis multivariados se clasificó a los poliquetos en grupos tróficos, donde se puede observar que los organismos más abundantes pertenecen a los grupos tróficos alimentadores superficiales y carnívoros tanto carroñeros como omnívoros, con movilidad entre discreta y alta [26] (Ver Tabla IV).

Alimentadores superficiales (S) Móviles (M): Capitellidae, Lacydoniidae, Orbiinidae.

Carnívoro (C) Discretamente Móviles (D): Eunicidae.

Carnívoro Carroñero (CC) Móviles (M): Lumbrineridae, Nereididae, Onuphidae.

Carnívoro Omnívoro (CO) Móviles (M): Pilargiidae

Tabla III. Densidad (Ind/m²) de la macrofauna bentónica época seca del año 2014

	Puerto Hondo					Madre Costal					Plano Seco					Tres Bocas					Densidad media	σ
	R1	R2	R3	μ	σ	R1	R2	R3	μ	σ	R1	R2	R3	μ	σ	R1	R2	R3	μ	σ		
Phylum Annelidae																						
Clase Polychaeta																						
Capitellidae	3485,7	514,3	3071,4	2357,14	1609,35	2685,7	957,1	1371	1671,43	902,49	942,9	214,3	185,7	447,62	429,13	414,3	157,1	42,9	204,76	190,24	1170,24	1228,17
Eunicidae	0	14,3	0	4,76	8,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,3	0	4,76	8,25	2,38	5,56
Laeydoniidae	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	14,3	4,76	8,25	14,3	0	0	4,76	8,25	2,38	5,56
Lumbrineridae	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,3	0	0	4,76	8,25	1,19	4,12
Nereididae	28,6	14,3	0	14,29	14,29	85,7	171,4	0	85,71	85,71	0	42,9	85,7	42,8571	42,8571	14,3	57,1	0	23,81	29,74	41,67	51,85
Onuphidae	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	28,6	0	9,52	16,50	14,3	0	0	4,76	8,25	3,57	8,88
Orbiniidae	0	14,3	0	4,76	8,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,00	0,00	1,19	4,12
Pilargidae	14,3	0	0	4,76	8,25	71,4	28,6	0	33,33	35,95	0	0	14,3	4,76	8,25	0	71,4	0	23,81	41,24	16,67	27,13
Clase Clitellata																						
Oligoquetos	228,6	185,7	14,3	142,857	113,39	28,6	14,3	71,4	38,10	29,74	85,7	0	42,9	42,8571	42,8571	14,3	0	0	4,76	8,25	57,14	75,84
Phylum Mollusca																						
Clase Gastropoda																						
Melampidae	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	42,9	0	0	14,29	24,74	14,3	0	0	4,76	8,25	4,76	12,68
Potamididae	14,3	14,3	0	9,52	8,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,3	0	14,3	9,52	8,25	4,76	7,03
Clase Bivalva																						
Donacidae	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,3	4,76	8,25	1,19	4,12
Migtelidae	114,3	0	71,4	61,90	57,74	14,3	0	42,9	19,05	21,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	20,24	37,28
Phylum Arthropoda																						
Subphylum crustácea																						
Clase Malacostraca																						
Anfipodos	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	28,6	28,6	0	19,05	16,50	0	0	0	0,00	0,00	4,76	11,12
Dendrobranchiata	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	14,3	0	4,76	8,25	0	0	0	0,00	0,00	1,19	4,12
Ocypodidae	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	42,9	28,6	0	23,81	21,82	0	0	0	0,00	0,00	5,95	14,23
Portunidae	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,3	0	0	4,76	8,25	1,19	4,12
Phylum Sipuncula																						
Sipuncula	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,3	4,76	8,25	1,19	4,12

Tabla IV. Grupos tróficos

TAXONES	GRUPO FUNCIONAL	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2			ESTACIÓN 3			ESTACIÓN 4		
		Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Anfipodos	Detritívoros/Movil	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Capitellidae	Superficial/Movil	244	36	215	188	67	96	66	15	13	29	11	3
Decap. Dendrobranchiata	Omnívoros; Oportunistas/Movil	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Donacidae	Filtradores /Discretamente Moviles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eunicidae	Carnívoro/Discretamente Moviles	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lacynonidae	Superficial/Movil	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Lumbrinidae	Carnívoro;Carroñeros/Movil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Melampidae	Filtradores /Discretamente Moviles	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0
Mytilidae	Filtradores /Discretamente Moviles	8	0	5	1	0	3	0	0	0	0	0	0
Nereidae	Carnívoro/Movil	2	1	0	6	12	0	0	3	6	1	4	0
Ocypodidae	Omnívoros/Movil	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0
Oligoquetos	Superficial/Movil	16	13	1	2	1	5	6	0	3	1	0	0
Onuphiidae	Carnívoro /Movil	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
Orbinidae	Superficial/Movil	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pilargidae	Carnívoro; Omnívoro/Movil	1	0	0	5	2	0	0	0	1	0	5	0
Portunidae	Omnívoros/Movil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Potamididae	Filtradores/Movil	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Sipunculido	Superficial/Movil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

La correlación que existe entre los gradientes de distribución de los grupos taxonómicos que componen la fauna macrobentónica, los números rojos que son la mayoría tiene un coeficiente canónico de regresión que influye significativamente en la conformación de estos gradientes. El mismo hecho de que no haya diferencias significativas entre estaciones de estos parámetros nos que indica que se trata de un gradiente estrecho. (Ver Tabla V).

Tabla V. Coeficiente canónico de regresión

	1er eje
Temperatura	-0,30
OD (mg/l	15,30
Sulfuro	-24,34
Amoniaco	22,86
Fosfato	-1,41
pH	4,51
Conductividad	4,99
Turbidez	14,42
Salinidad	30,50
Saturación	-6,23
Amoniaco	0,01
Arena	20,64
Limos	7,13
Arcillas	-0,48
Materia	-21,01
. de Hum	39,33
pH del s	-9,46
Nitrito	0,71
Sólidos T	7,09
Sólidos	3,56
Sólidos	18,77

3.2.2. Análisis de diversidad (Índice de Shannon-Wiener)

De acuerdo al análisis de diversidad de Shannon-Wiener, se determinó que la estación con mayor diversidad fue Tres Boca con 0,7015 Bits/Ind, seguida de la estación Puerto Hondo con 0,4338 Bits/Ind, la estaciones con menor diversidad fueron Plano Seco con 0,905 Bits/Ind y Madre Costal con 0,409 Bits/Ind (Ver Tabla VI).

De acuerdo al análisis estadístico también podemos concluir que los cambios en el índice de diversidad están relacionados con los cambios en los parámetros de temperatura, fosfato y limo.

Tabla VI. Índices de Diversidad de las estaciones muestreadas en la época seca del año 2014

Índice de Shannon- Wiener	
Estación	Bits/Ind
Puerto Hondo	0,4338
Madre Costal	0,409
Plano Seco	0,905
Tres Bocas	0,7015

Mediante el índice de correlación de Pearson, calculado con el programa STATISTICA versión 7.0. Se mostró la relación que existe entre las variables ambientales y los organismos más abundantes que se presentaron en la investigación.

El hecho de que no existan diferencias entre estaciones nos dice que son homogéneas las condiciones de variables físicas y químicas a esta escala espacial, por lo que la composición de grupos taxonómicos están adaptados estos ambientes (Ver Tabla VII).

Tabla VII. Índice de correlación de Pearson

	Capitellidae	Nereididae	Oligoqueto	Pilargiidae	F. Mytelidae
Temperatura (°C)	-0,34	0,08	-0,01	0,15	-0,10
OD (mg/l)	-0,15	0,05	-0,24	-0,13	-0,28
Sulfuro (mg/l)	-0,22	-0,31	-0,06	-0,16	-0,06
Amoniaco(Mg/l)	0,21	-0,13	-0,07	0,01	-0,23
Fosfato (mg/l)	0,12	-0,43	0,17	-0,33	0,06
pH	0,53	-0,03	0,39	-0,05	0,78
Conductividad (ms/cm)	0,13	0,12	0,18	0,06	0,14
Turbidez (NTU)	-0,23	-0,25	-0,07	-0,09	-0,06
Salinidad(ppt)	-0,47	-0,28	0,04	-0,54	0,17
Saturación %	-0,20	0,13	-0,26	-0,03	-0,33
Amoniaco Intersticial (mg/l)	-0,05	0,07	0,08	0,18	-0,26
Arena	-0,14	-0,19	-0,20	-0,14	-0,11
Limos	-0,19	-0,29	-0,31	-0,30	-0,24
Arcillas	0,02	0,24	0,28	0,31	0,22
Materia Orgánica %	0,24	-0,09	0,12	0,19	0,38
% de Humedad	0,05	0,27	0,28	0,27	0,26
pH del suelo	0,12	0,07	-0,03	0,06	0,07
Nitrito	-0,27	-0,03	-0,20	-0,02	-0,21
Sólidos Totales (mg/L)	-0,14	-0,02	-0,03	0,04	-0,06
Sólidos Sedimentables (mg/L)	-0,02	-0,06	0,01	-0,18	0,26
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	-0,07	-0,10	-0,16	0,07	-0,15

DISCUSIÓN

La temperatura es un importante parámetro para el desarrollo de los organismos que habitan la RPFMS, esta suele permanecer constante en los trópicos suele ser influenciada por la época del año, volumen de agua, descargas urbanas, por corrientes de Humboldt [27].

El promedio de temperatura que reportó la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado fue $25,7\text{ °C} \pm 0,44$ menor frente a la temperatura reportada en trabajos realizados durante invierno del 2008 que reportó $26,83\text{ °C} \pm 0,33$. Los valores de temperatura registrados tanto para el 2008 como para el 2014 fueron los permisibles según TULSMA que muestra que el límite máximo de descargas a un estuario debe ser menores a 32°C , ya que un aumento en esta puede causar efectos adversos en la fauna [28, 29].

El OD es un importante parámetro que determina la salud ambiental en la que se encuentra un ecosistema e influye mucho en la vida que allí habita, el OD puede variar por temperatura, presión atmosférica, salinidad, materia orgánica, contaminación [30].

En cuanto al OD y porcentaje de saturación ambas investigaciones presentaron niveles menores frente a los permitidos por el TULSMA que es para OD no menor a

5 mg/l en ambos caso tanto en el 2008 como en el 2014 fueron $1,97\text{mg/l} \pm 1,31$ y : $3,3\text{mg/l} \pm 0,84$, esto indica niveles de anoxia .

Para el porcentaje de saturación en noviembre del 2014 cumple con los rangos establecidos por el tratado que nos dice que el porcentaje de saturación no debe ser menor a 60 % el promedio registrado fue de $74,6\% \pm 63,96$.

En cuanto a la salinidad la RPFMS presenta una alta salinidad ya que no cuenta con muchas aportaciones de agua dulce, está influenciado por escorrentías , mareas, época del año , evaporización.

El promedio que se reportó para época seca 2014 fue $28,1 \text{ ups} \pm 1,18$ este mayor frente a la salinidad reportada para época seca del 2008 $26,25 \text{ ups} \pm 2,45$.

Se presentan valores altos porque al tratarse de un muestreo en época seca, los aportes de agua dulce son más bajos, la temperatura también ayuda a que se evapore el agua.

El potencial de Hidrógeno que es la medida de concentración de hidrógeno, este se puede ver influenciado por contaminación, por eutrofización, el promedio de pH para época seca del 2014 fue de $6,5 \pm 0,17$ y para época seca del 2008 fue de 6,94. Según TULSMA Rango normal para aguas es de 6 a 9, menores a estas podrían

causar cambios negativos en la fauna acuática por lo que ambos estudios se encuentran en los límites permisibles.

Tanto la variación en composición de familias de poliquetos como de grupos tróficos, se relacionaron con los cambios texturales y químicos del sedimento, y parámetros fisicoquímicos del agua. Los índices de correlación mostraron, para noviembre del 2014 la F. Capitellidae presentó una relación positiva con el pH mientras que con la salinidad presentó una relación negativa $-0,47$ al igual que la Familia Pilargiidae $-0,54$ esto quiere decir que a menor salinidad menos presencia de estos organismos, y esto concuerda con los datos obtenidos que reflejan la RPFMS Puerto Hondo es un estuario con altos niveles de salinidad, en sitios de muestreos donde la salinidad era mayor los individuos que presentaron mayor abundancia fueron estos. Mientras que la Familia Nereididae se vio afectada de manera negativa $-0,43$ por la presencia de fosfato.

La F. Mytelidae presento una relación positiva $0,78$ con el pH puesto que al tratarse de una especie filtradora, para su crecimiento necesita de valores adecuados para su desarrollo.

Los niveles OD que obtuvimos en el Estero Salado fue de 3.3 mg/L, lo que indica un estado de anoxia, de acuerdo a los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico basados en la Norma de Calidad Ambiental y de

Descarga de Efluentes: Recurso Agua, este valor se encuentra por debajo del límite máximo permisible que es 6 mg/L [31], y por debajo de los valores necesarios para la supervivencia de organismos de vida acuática.

El OD y la temperatura son factores relacionados, que influyen de manera limitante en la distribución de los animales. Por bajos niveles de oxígeno disuelto presentados, este parámetro se convierte en una condición no favorable para muchas especies de ecosistemas estuarinos como, peces, crustáceos, moluscos, factor que explica la presencia de un gran número de Capitélidos, organismo que es considerado oportunista ya que es capaz de vivir en ambientes perturbados, como se muestra en estudios realizados en el año 2011 por Lorena Monserrate y Francisco Medina, según los resultados de su trabajo muestran que la alteración de condiciones adecuadas, afecta a la comunidad macrobentónica y la diversidad biológica; sin embargo existen zonas donde hay gran abundancia y densidad de organismos por la capacidad de adaptarse a condiciones de contaminación; especies como *Capitella capitata* son organismos conocidos como indicadores de contaminación [32, 33].

Los oligoquetos son otros organismos considerados como bioindicadores, estos también fueron encontrados en grandes cantidades dentro de las estaciones muestreadas, estos organismos son considerados como indicadores de contaminación por que habitan en condiciones excluyentes para otros organismos y en su lugar ocupan estos hábitats este tipo de organismos tolerantes, como por ejemplo bajos

niveles de oxígeno, ambientes con cambio en el pH y contaminación por materia orgánica [34].

CONCLUSIONES

En La Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, se identificaron 4 grupos taxonómicos de macroinvertebrados bentónicos durante la estación seca del año 2014 Annelidae, Mollusca, Arthropoda y Sipuncula.

Dentro de estos 4 grupos taxonómicos se identificaron 18 familias: Capitellidae, Eunicidae, Lacydoniidae, Lumbrineridae, Nereididae, Onuphidae, Orbiniidae, Pilargiidae, Oligoquetos, Melampidae, Potamidae, Donacidae, Mytelidae, Anfipodos, Dendrobranchiata, Ocypodidae, Portunidae, Sipuncula.

Basados en pruebas estadísticas aplicadas en el presente trabajo observamos relaciones significativas entre la distribución de la macrofauna bentónica presente y las variables físicas presentes, materia orgánica, anoxia, salinidad y temperatura.

Existe un impacto en las aguas y sedimento del Estero Salado de acuerdo a las características físicas, químicas y biológicas, basados en los análisis y estudios realizados a las muestras obtenidas. La presencia y distribución de familias tolerantes a condiciones ambientes de estrés respaldan esta conclusión.

La forma de distribución se ve condicionada por factores físicos y químicos, en algunos casos se ve reflejado en el dominio de familias dentro de un hábitat, la fauna

dentro del área de estudio se vio dominada por poliquetos de la familia Capitellidae y oligoquetos, organismo conocidos por su tolerancia y por su uso con bioindicadores.

La salud de la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado se encuentra deteriorada de acuerdo a sus condiciones físicas químicas y biológicas, los niveles de oxígeno disuelto muestran valores inferiores (3,3 mg/L) a los valores mínimos para la vida de organismos acuáticos, por lo que se considera un ambiente de estrés y de intolerancia para especies que sean sensibles a una baja calidad de agua.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el apoyo a este tipo de estudios, debido a la falta de cuidado y manejo que tienen este tipo de ecosistemas que se ven afectados por las actividades antropogénicas.

Realizar nuevos y continuos estudios para contar con un soporte para un manejo y mejoramiento de este ecosistema.

Incentivar este tipo de estudio y la aplicación de normas correctivas frente a factores que atenten con la salud ambiental del Estero Salado.

Trabajo en conjunto de Universidades, Autoridades Gubernamentales y Legales, para tomar decisiones y encontrar solución a la problemática.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Monserrate, L. 2009. Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano, Escuela Superior Politécnica del Litoral, pp 6.
- [2] Monserrate, L. 2009 Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano, Escuela Superior Politécnica del Litoral, pp10.
- [3] Monserrate, L. 2009 Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano, Escuela Superior Politécnica del Litoral, pp 2.
- [4] Venturini, N., Tommasi L. 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbons and changes in the trophic structure of polychaete assemblages in sediments of Todos Os Santos Bay, Northeastern, Brasil. Marine Pollution Bulletin, pp 48, 97-107.
- [5] Morales, G. 2005. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez Caracterización temporal y espacial de la macrofauna béntica tropical alrededor de jaulas sumergidas para el cultivo de peces en mar abierto.
- [6] Chang, J. 2013. Clasificación de Estuarios. Guía Contaminación Ambiental. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- [7] Zambrano,N. 2007.Plan de Manejo del Bosque Protector Salado Norte, pp. 6.
- [8] Suarez,P. 1998. Capacidad de dilución del Rio Guayas para contrarrestar el impacto por vertiente industriales terrestres. Acta Oceanografía del Pacifico.

- [9] Ministerio de Ambiente. 2013. Industrias contaminantes Estero Salado Estero Salado Blogspot.
- [10] Inocar. .2012. Intentos para salvar el Estero Salado. Estero Salado Blogspot.
- [11]Ebro, C.H. 2005. Protocolos de Muestreo y Análisis para invertebrados bentónicos, pp 1.
- [12] Venturini, N., Tommasi L. 2004. Polycyclic aromatic hydrocarbons and changes in the trophic structure of polychaete assemblages in sediments of Todos Os Santos Bay, Northeastern, Brasil. *Marine Pollution Bulletin*.
- [13] Monserrate, L. 2009. Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano, Escuela Superior Politecnica del Litoral.
- [14] Patzelt, E. 1989. *Fauna del Ecuador*, pp 414–416.
- [15] Laporta, M., Carranza, A. 2012. Curso de Biología Animal. Centro Universitario de la Región Este, Universidad de la República. Uruguay, pp 1-8.
- [16] Bar, E. 2011. Definición de los Artrópodos, pp 1.
- [17] Montesinos, J. 2011. Biodiversidad Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Segunda época. Tomo IX, pp 238–240.
- [18]Gordon, R.2015.Guia Phylum Sipunculida.Earthlife
- [19] Plumb Jr. R.H. 1961. Procedures for handling and chemical analysis or sediment and water samples.

- [20] Alba, J., & Pardo, I. 2014. Protocolo de Muestreo Y Analisis para Invertebrados Bentonicos.
- [21] Leps, J., & Smilauer, P. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data.
- [22] Tsutsumi, H. 1987. Population dynamics of *Capitella Capitata* in an organically polluted cove.
- [23] Vanegas, V., & Diaz, O. 2007. Nereididae Lamarck 1818 de la Costa Occidental del Venezuela.
- [24] Negri, C., & Ramagnano, F. 2012. Invertebrados para cultivo - Familia Mytelidae. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Ganaderia y pesca
- [25] Hai, H., & Nhuong, D. V. 2011 . Molluscks Melampidae in the stuarine areas of red river.
- [26] Fauchald, K., & Jumars, P. 1979. The Diet of Worms ; A studie of Polychaete Feeding Gilds.
- [27] Ramirez, T. 2006. Corrientes Oceánicas. Revista de Investigación en Ciencias. Volumen1.
- [28] Monserrate, L. 2009. Estudio de Condiciones Fisicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- [29] Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, TULAS. 2007. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y de estuario. Ministerio de Ambiente.

[30] Boyd, C. 2010. Consideraciones sobre la Calidad del Agua y del Suelo. Auburn University. Alabama.

[31] Constitución Política de la Republica del Ecuador. 2003. Ley de Gestión Ambiental. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI, Anexo I.

[32] Pascual, C. 2009. Adaptaciones fisiológicas de los animales acuáticos (principalmente los peces y crustáceos) frente a los estresores físicos, químicos, geológicos y biológicos en sistemas marinos y dulceacuícolas.

[33] Cárdenas, M. 2010. Efecto de la contaminación hidrocarburífera sobre la estructura comunitaria de macroinvertebrados bentónicos presentes en el sedimento del Estero Salado. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencia Naturales, Guayaquil, Ecuador.

[34] Giacometti, J., Bersosa, F. 2006. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Almabi. Universidad Central del Ecuador.

ANEXOS

CUADRO DE ABUNDANCIA POBLACIONAL POR FAMILIA

ÉPOCA SECA 2014

ESPECIES	TOTAL (Ind/m ²)	% DE ABUNDANCIA
Phylum Annelidae	15557,1	96,64
Clase Polychaeta		92,38
Capitellidae	14043	87,22
Eunicidae	28,6	0,18
Lacydoniidae	28,6	0,18
Lumbrineridae	14,3	0,09
Nereididae	500	3,11
Onuphidae	42,9	0,27
Orbiniidae	14,3	0,09
Pilargiidae	200	1,24
Clase Clitellata		4,26
Oligoquetos	685,7	4,26
Phylum Mollusca	371,4	2,30
Clase Gastropoda		0,70
Melampidae	57,1	0,35
Potamididae	57,1	0,35
Clase Bivalava		1,60
Donacidae	14,3	0,09
Mytelidae	242,9	1,51
Phylum Arthropoda	157,1	0,97
Subphylum crustácea		
Clase Malacostraca		0,97
Anfipodos	57,1	0,35
Dendrobranchiata	14,3	0,09
Ocypodidae	71,4	0,44
Portunidae	14,3	0,09
Phylum Sipuncula	14,3	0,09
Sipuncula	14,3	0,09
RIQUEZA	16100	100%

CUADRO DE DENSIDAD POBLACIONAL PUERTO HONDO ÉPOCA SECA 2014

Taxones			Puerto Hondo			Ind/(m2)	Promedio	σ
Phylum	Clase	Familia	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3			
Annelidae	Polychaeta	Capitellidae	3485,7	514,3	3071,4	7071	2357,1	1609,35
		Eunicidae	0	14,3	0	14,3	4,76	8,25
		Nereididae	28,6	14,3	0	42,9	14,3	14,29
	Clitellata	Oligoquetos	228,6	185,7	14,3	429	142,9	113,39
	Polychaeta	Orbiniidae	0	14,3	0	14,3	4,76	8,25
		Pilargiidae	14,3	0	0	14,3	4,76	8,25
Mollusca	Gastropoda	Mytelidae	114,3	0	71,4	185,7	61,90	57,74
		Potamididae	14,3	14,3	0	28,6	9,52	8,25
TOTAL						7800		

CUADRO DE DENSIDAD POBLACIONAL MADRE COSTAL ÉPOCA SECA 2014

Taxones			Madre Costal			Ind/(m2)	Promedio	σ
Phylum	Clase	Familia	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3			
Annelidae	Polychaeta	Capitellidae	2685,7	957,1	1371,4	5014,3	1671,4	902,49
		Nereididae	85,7	171,4	0	257,1	85,7	85,71
	Clitellata	Oligoquetos	28,6	14,3	71,4	114,3	38,1	29,74
	Polychaeta	Pilargiidae	71,4	28,6	0	100,0	33,3	35,95
Mollusca	Gastropoda	Mytelidae	14,3	0	42,9	57,1	19,0	21,82
TOTAL						5543		

CUADRO DE DENSIDAD POBLACIONAL PLANO SECO ÉPOCA SECA 2014

Taxones			Plano Seco			Ind/(m ²)	Promedio	σ
Phylum	Clase	Familia	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3			
Annelidae	Polychaeta	Capitellidae	942,9	214,3	185,7	1343	447,62	429,13
		Lacydonidae	0	0	14,3	14,3	4,76	8,25
		Nereididae	0	42,9	85,7	128,6	42,86	42,86
	Clitellata	Oligoquetos	85,7	0	42,9	128,6	42,86	42,86
	Polychaeta	Onuphidae	0	28,6	0	28,6	9,52	16,50
		Pilargiidae	0	0	14,3	14,3	4,76	8,25
Arthropoda	Crustacea	Anfipodos	28,6	28,6	0	57,1	19,05	16,50
		Ocypodidae	42,9	28,6	0	71,4	23,81	21,82
		Dendrobranchiata	0	14,3	0	14,3	4,76	8,25
Mollusca	Gastropoda	Melampidae	42,9	0	0	42,9	14,29	24,74
					TOTAL	1843		

CUADRO DE DENSIDAD POBLACIONAL TRES BOCAS ÉPOCA SECA 2014

Taxones			Tres Bocas			Ind/(m2)	Promedio	σ
Phylum	Clase	Familia	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3			
Annelidae	Polychaeta	Capitellidae	414,3	157,1	42,9	614,3	204,76	190,24
		Eunicidae	0	14,3	0	14,3	4,76	8,25
		Lacydoniidae	14,3	0	0	14,3	4,76	8,25
		Lumbrineridae	14,3	0	0	14,3	4,76	8,25
		Nereididae	14,3	57,1	0	71,4	23,81	29,74
		Onuphidae	14,3	0	0	14,3	4,76	8,25
		Pilargiidae	0	71,4	0	71,4	23,81	41,24
	Clitellata	Oligoquetos	14,3	0	0	14,3	4,76	8,25
Arthropoda	Crustacea	Portunidae	14,3	0	0	14,3	4,76	8,25
Mollusca	Gastropoda	Donacidae	0	0	14,3	14,3	4,76	8,25
		Potamididae	20	0	14,3	34,3	11,43	10,30
		Melampidae	14,3	0	0	14,3	4,76	8,25
Sipuncula		Sipunculidae	0	0	14,3	14,3	4,76	8,25
					TOTAL	920		