



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS MANEJO SUSTENTABLE
DE RECURSOS BIOACUÁTICOS Y MEDIO
AMBIENTE**

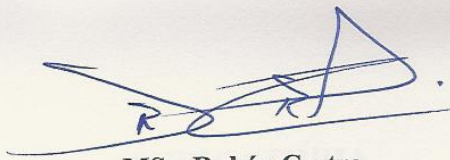
**Tesis de Grado para la obtención del título de Magíster en Ciencias con Énfasis
En Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y Medio Ambiente**

**EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN
HIDROCARBURÍFERA SOBRE LA ESTRUCTURA
COMUNITARIA DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS PRESENTES EN EL SEDIMENTO
DEL ESTERO SALADO**

MARITZA CÁRDENAS CALLE

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2010**

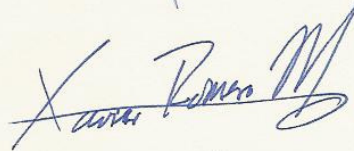
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



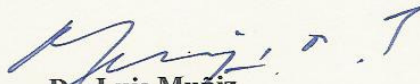
MSc. Rubén Castro
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



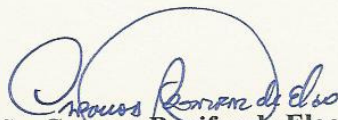
MSc. Carlos Villón
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



MSc. Xavier Romero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Dr. Luis Muñiz
DIRECTOR DE MAESTRÍA



MSc. Carmen Bonifaz de Elao
DECANA

DEDICATORIA

Dedico el presente estudio a mis padres, a mis abuelos, quienes sembraron en mí el ímpetu, la perseverancia para la consecución de las metas y de manera especial con mucho amor a mis hijos y a mi esposo porque representan la fuerza y la alegría que motivan mi existencia.

AGRADECIMIENTO

Cada día te bendeciré
Y alabaré tu nombre eternamente
Y para siempre
Grande es Jehová y digno de suprema alabanza;
Y su grandeza es inescrutable
Una generación encomiará tus obras
A la siguiente generación
Y anunciarán tus portentosos hechos

Salmo 145: 2-4

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi gratitud a Jehová por brindarme constantemente la oportunidad de adquirir más conocimientos y emprender nuevos retos profesionales con la satisfacción de no solamente desarrollarme en el área que siempre soñé, la biología marina, sino también porque me permite aportar con un granito de arena en el manejo sustentable de los recursos naturales de mi país

Deseo agradecer al Sr Oswaldo Angulo egresado de Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil quien a través de sus prácticas laborales me asistió en el muestreo de campo y separación de especímenes en el laboratorio.

Mi reconocimiento especial a mi tutor el MSc. Rubén Castro que con su vasta experiencia colaboró en la revisión del anteproyecto, adquisición de literatura especializada en el área química y sugerencias en la presentación final de la tesis.

Al Dr. Wills Flowers por compartir sus conocimientos taxonómicos y desarrollar el gusto por la identificación de estadios larvarios de insectos acuáticos, al Dr. Luís Muñiz por todo su apoyo brindado para la culminación de mi tesis, a mis amigos y maestros el Ing. Guillermo Baños quien aportó con valiosas sugerencias para el análisis estadístico y a la Blga. Elbita Mora por su colaboración en la confirmación taxonómica de moluscos.

ÍNDICE

Carátula.....	i
Certificación del Tribunal de Sustentación.....	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv-v
Índice	vi
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras.....	viii-ix
Anexos	x-xi
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
Introducción	1-7
Revisión de la literatura	8-16
Materiales y métodos	17-27
Resultados.....	28-50
Discusión	51-61
Conclusiones.....	62-67
Recomendaciones	68-69
Literatura citada	70-75
Glosario.....	76-78
Anexos	79-106

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Distribución de hidrocarburos presentes en el Estero Salado desde 2000 hasta el 2007	12
Cuadro 2. Principales recursos pesqueros extraídos en los ramales internos del Estero Salado	16
Cuadro 3. Localización geográfica de las 12 estaciones muestreadas en el Estero Salado	17
Cuadro 4. Parámetros físicos y químicos del agua superficial registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009	30
Cuadro 5. Parámetros físicos y químicos del sedimento registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	32
Cuadro 6. Concentraciones de metales pesados registrados en los sedimentos del Estero Salado durante noviembre de 2009.....	36
Cuadro 7. Macroinvertebrados registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009	42
Cuadro 8. Cuadro de índices de Diversidad y equidad de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Estero Salado.....	1
Figura 2. Actividades productivas que se desarrollan en los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009	15
Figura 3. Localización de las estaciones de muestreo del Estero Salado durante Noviembre de 2009	19
Figura 4. Manglar presente en los flancos del canal de navegación de la zona de Cuarentena	20
Figura 5. Vista lateral del Terminal de Transferencia Tres Bocas	21
Figura 6. Terminal Portuario Internacional	22
Figura 7. Tramo B correspondiente al sector de Urdesa y Miraflores.....	23
Figura 8. Principales usos de suelo de la zona de estudio	23
Figura 9. Distribución de las concentraciones de hidrocarburos totales en las diferentes zonas de muestreo del Estero Salado durante noviembre de 2009.....	33
Figura 10. Concentraciones de hidrocarburos totales registrados en los sedimentos de los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009.....	34
Figura 11. Concentraciones de grasas y aceites registrados en los sedimentos de los ramales internos del Estero Salado durante noviembre de 2009	34
Figura 12. Análisis de componentes principales de las estaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	37
Figura 13. Dendrograma de las estaciones basadas en las variables ambientales	
Figura 14. Abundancia relativa de macroinvertebrados bentónicos registrados..	38
Durante noviembre de 2009 en el Estero Salado	39
Figura 15. Distribución porcentual de clases de macroinvertebrados bentónicos registrados durante noviembre de 2009 en el Estero Salado	40
Figura 16. Distribución de macroinvertebrados bentónicos registrados durante noviembre de 2009.....	40

Figura 17. Densidad promedio de macroinvertebrados bentónicos registrados en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	41
Figura 18. Ploteo del rango de abundancia entre las subestaciones muestreadas en el Estero Salado durante noviembre de 2009.....	44
Figura 19. Dendrograma de las estaciones basadas en las variables biológicas y ambientales registradas en el Estero Salado durante noviembre de 2009	44
Figura 20. Componentes principales de las variables biológicas y ambientales registradas durante noviembre de 2009	47
Figura 21. Componentes principales de las variables biológicas registradas Durante noviembre de 2009.....	49
Figura 22 Relación diversidad de macroinvertebrados y concentración de Hidrocarburos totales registrados en el Estero Salado durante Noviembre de 2009.....	50

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1A. Mapa de Localización de las zonas del Estero Salado.....	80
Anexo 1B . Mapa de Localización de los Tramos del Estero Salado.....	81
Anexo 2 A. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Tramo B durante noviembre de 2009.....	82
Anexo 2 B. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Terminal Portuario Internacional (TPI) durante noviembre de 2009.....	83
Anexo 2 C. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en el Terminal de Transferencia Tres Bocas durante noviembre de 2009.....	84
Anexo 2 D. Informe de Niveles de Oxígeno disuelto en Cuarentena durante noviembre de 2009.....	85
Anexo 3 A1.1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Miraflores durante noviembre de 2009.....	86
Anexo 3 A1.2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Kennedy durante noviembre de 2009.....	87
Anexo 3 A1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Urdesa durante noviembre de 2009.....	88
Anexo 3 B1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Antes del Muelle durante noviembre de 2009.....	89
Anexo 3 B1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Puerto Hondo durante noviembre de 2009.....	90
Anexo 3 B1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Muelle centro durante noviembre de 2009.....	91
Anexo 3 C1.1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de TPI Bocas boya 19.....	92
Anexo 3 C1.2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Tres Bocas Pto. Azul.....	93
Anexo 3 C1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Tres Bocas muelle Suinsa.....	94
Anexo 3 D1.1 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Centro.....	95
Anexo 3 D1.2 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Este.....	96

Anexo 3 D1.3 Informe de Parámetros físicos y químicos del sedimento de Cuarentena Oeste	97
Anexo 3 E. Firmas de responsabilidad por los informes del Laboratorio CESTTA durante noviembre de 2009.	98
Anexo 4. Análisis de diversidad y equidad de macroinvertebrados registrados durante noviembre de 2009.....	99
.Anexo 5 Cuadro de los niveles de varianza y niveles de confianza de la diversidad macrobentónica registrada durante noviembre de 2009	
Anexo 5. Cuadro de los niveles de varianza y niveles de confianza de la diversidad macrobentónica registrada durante noviembre de 2009.	100
Anexo 6. Análisis de componentes principales de las variables físicas, químicas y Biológicas registradas durante noviembre de 2009	101
Anexo 7. Análisis de varianza: Prueba de Friedman.....	102-103
Anexo 8. Análisis de correlación de Spearman	104-105
Anexo 9. Cuadro comparativo de la diversidad macrobentónica y las concentraciones de hidrocarburos totales ,aceites y grasas.....	106

EFFECTO DE LA CONTAMINACIÓN HIDROCARBURÍFERA SOBRE LA ESTRUCTURA COMUNITARIA DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PRESENTES EN EL SEDIMENTO DEL ESTERO SALADO

RESUMEN

El Estero Salado forma parte del Golfo de Guayaquil, se encuentra contaminado con hidrocarburos debido al aporte de aguas residuales industriales, derrames de petróleo, aguas de sentina, transferencia y transportación de combustibles, mal manejo de desechos sólidos. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la contaminación hidrocarburífera sobre la estructura comunitaria de macroinvertebrados presentes en el sedimento en el Estero Salado durante noviembre de 2009. Doce estaciones fueron muestreadas, se usó la draga Van Veen de 0.10 m⁻², se realizaron tres réplicas en cada sitio para analizar los macroinvertebrados, hidrocarburos totales, grasas, aceites, nutrientes, materia orgánica metales pesados: Pb, Cd y Hg, granulometría, pH. Adicionalmente se analizó O₂, pH, salinidad, temperatura y profundidad del cuerpo hídrico. Se reportó 1520 especímenes presentes en doce estaciones, se registró 5 taxa, 7 clases, 20 familias, 23 géneros y 11 especies El Phylum más abundante fue Annelida con el 45%, seguida de Arthropoda con el 33%, Mollusca con 20% y en menor cantidad con el 2% Echinodermata y Aschelmintha. La estación con mayor diversidad fue Kennedy con 1.68Bits/Ind y la menos diversa fue Cuarentena con 0.48 Bits/Ind, las concentraciones de hidrocarburos aceites y grasas disminuyeron gradualmente desde los ramales internos hacia los ramales más externos con mayor incidencia de las mareas y la diversidad disminuyó en las zonas con mayor aporte de hidrocarburos totales, el análisis de varianza (Prueba de Friedman) determinó que existen diferencias significativas entre las estaciones con un $p < 0.05$. El ACP determinó que el 52% la variabilidad entre estaciones se explica por las variables: Oxígeno, pH, salinidad, hidrocarburos totales, aceites, grasa, nitratos, Hg y sulfuros. La diversidad y homogeneidad disminuye en las zonas con mayor concentración de hidrocarburos no así la abundancia siendo las especies que persisten en las zonas más contaminadas *Capitella cf capitata* y el díptero *Psychoda* sp.

PALABRAS CLAVES

Contaminación, hidrocarburos, macroinvertebrados, Estero Salado, estuario.

EFFECTS OF HYDROCARBON POLLUTION ON COMMUNITY STRUCTURE OF BENTHIC MACROINVERTEBRATES IN SEDIMENTS OF ESTERO SALADO ESTUARY

ABSTRACT

The Estero Salado Estuary is part of the Gulf of Guayaquil, it is contaminated with hydrocarbon due to the contribution of industrial wastewater, oil spills, bilge water, fuel transfer and transportation, poor management of solid waste. The aim of this study was to determine the effect of hydrocarbon pollution on the macroinvertebrate community structure in sediments at Estero Salado during November of 2009. Sediment samples were collected from twelve sampling sites by means of a Van Veen grab of 0.10 m², three replicates were taken at each site to analyze the macroinvertebrates, total hydrocarbons, fats, oils, nutrients, organic matter, heavy metals: Pb, Cd and Hg, grain size, pH. Additionally O₂, pH, salinity, temperature and depth of the water body were analyzed. 1520 specimens were reported present at twelve sampling sites, five taxa were recorded, 7 classes, 20 families, 23 genera and 11 species. The most abundant Phylum was Annelida to 45%, followed by Arthropoda with 33%, 20% Mollusca and smaller amount to 2% of Aschelmintha and Echinodermata. Kennedy sampling site was the most diverse with 1.68Bits/Ind. and Cuarentena with 0.48 Bits/Ind the least diverse. The concentrations of hydrocarbon oils and fats decreased gradually from the inner to the outermost branches with higher incidence of tides—and diversity decreased in areas with greater contribution of total hydrocarbons, analysis of variance (Friedman test) determined significant differences among sampling with a p <0.05. The ACP found that 52% of the variability among sites is explained by the variables: oxygen, pH, salinity, total hydrocarbons, oils, nitrates, mercury and sulfur. The diversity and homogeneity declined in areas with higher concentrations of hydrocarbons but not abundance and the species more persistent in this area were *Capitella cf capitata* and the Diptera *Psychoda* sp.

KEY WORDS

Pollution, hydrocarbon, macroinvertebrates, Estero Salado, Estuary