

## **INFORME FINAL**

**MAIRIN JOSEFINA LEMUS BARRIOS**

**Evaluar la calidad del ecosistema marino costero de la Provincia de El Oro,  
utilizando como biosensor dos invertebrados representativos de la zona  
costera: *Litopenaeus vannamei* y *Anadara tuberculosa***

**CIENCIAS DE LA VIDA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA**

**PERIODO I: Del 18 de julio de 2014 al 29 de diciembre de 2014**

**PERIODO II: Del 08 de enero de 2015 al 8 de mayo del 2015**

**PERIODO III: Del 14 de Julio del 2015 al 31 de agosto del 2015**

## Contenido

INTRODUCCIÓN .....	3
MARCO TEÓRICO .....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
JUSTIFICACIÓN .....	18
OBJETIVO GENERAL .....	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
RESULTADOS OBTENIDOS .....	21
PAPER INDEXADO O ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO.....	21
1. CONTRIBUCIÓN AL PLAN DEL BUEN VIVIR.....	22
2. DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS ALCANZADOS .....	23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	23
LIMITACIONES.....	24
BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXOS .....	24

## INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

### INTRODUCCIÓN

El medio marino y costero tiene una gran incidencia en Ecuador, porque aporta al desarrollo social y económico del país, esto se debe a que la mitad de la población del país vive del mar (pesca pelágica, demersal, migratoria y artesanal; industrias turística, acuícola y agrícola). El perfil Costanero consta de 1480 Km<sup>2</sup> de Manglar (Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad, 2014), los cuales son reservorios ecológicos de una gran diversidad biológica y representan un gran atractivo turístico.

Las zonas costeras a nivel mundial reciben todas las descargas de xenobioticos que se generan en la zona continental y esto ha ocasionado un severo problema ambiental en los cuerpos de agua. Particularmente la Provincia de El Oro presenta un fuerte deterioro de las zonas costeras, producto de las descargas domesticas residuales, descargas industriales provenientes del uso de agroquímicos en la plantaciones de bananos y las descargas de efluentes de la minería río arriba y que finalmente van a dar a las zonas marino-costeras y consecuentemente han enriquecido los sedimentos, con pérdida de biodiversidad y abundancia de las especies.

En esta investigación evaluó la calidad de los ecosistemas a nivel de los sedimentos y organismos, utilizando para ello bioensayos de toxicidad con *Litopenaeus vannamei* y *Anadara tuberculosa*, adicionalmente se evaluó el nivel de incorporación de mercurio en manglares *Rhizophora mangle* un representante muy importante de estos ecosistemas de manglares que se encuentran a todo lo largo de la zona costera.

Por lo que la propuesta se planteó lo siguiente

Hacer una evaluación de los niveles de metales en el componente abiótico (sedimentos) y biótico, (organismos autóctonos de la zona, *Anadara tuberculosa* y el mangle *Rhizophora mangle*) y se estandarizaron bioensayos de toxicidad con dos especies autóctonas representativas de la zona costera de la provincia de El Oro para evaluar ecosistemas potencialmente intervenidos, mediante el uso de biomarcadores sensibles a pesticidas y metales pesados.

- **Tema y los objetivos.**

Con esta investigación se evaluó la calidad de los sedimentos en función a los niveles materia orgánica y metales (Pb, Hg y Cd) y se estandarizó una metodología para evaluar el efecto toxico de xenobioticos en áreas con intervención antrópica comprobada sobre la biota utilizando especies representativas de la zona costera

(camarón *Litopenaeus vannamei* y la concha *Anadara tuberculosa*) de la provincia de El Oro, que permita, a través de biomarcadores de contaminación ambiental determinar el impacto antrópico sobre los ecosistemas.

- Para dar cumplimiento al tema propuesto se establecieron cinco objetivos:
  1. Se cuantificó el contenido de Pb, Hg y Cd en sedimentos de tres localidades de la zona costera de la Provincia de El Oro.
  2. Se analizó la incorporación de mercurio en *Rhizophora mangle* por ser la planta que domina estos ecosistemas de manglar.
  3. Estandarizar pruebas letales para elementos inorgánicos (se utilizó el mercurio como elemento más abundante en los edimentos de las zonas costeras) utilizando como organismo modelo *Penaeus vanname* y *Anadara uberculosa* .
  4. Analizar respuestas fisiológicas y biomarcadores en alguna especie representativa de la comunidad betónica del sistema marino costero de la provincia de El Oro.
  5. Determinar si la especie seleccionada puede adaptarse a condiciones de laboratorio y puede ser utilizada como biosensor representativo de la costa de la provincia de El Oro y proponerla para estandarización de bioensayos
  
- **Hipótesis y breve justificación.**

La presencia de sustancias xenobioticas en la zona marino costera de la provincia de EL Oro puede afectar la sobrevivencia de los organismos que allí viven y su efecto puede ser evaluado a través de bioensayos y biomarcadores de toxicidad en organismos modelos.

En la provincia de El Oro las actividades de minería, agricultura de banano y el cultivo del camarón son los principales rubros de la economía de la zona y todas estas actividades llevan consigo incorporación de muchos xenobiticos al ecosistema, que finalmente han llegado a los cuerpos de agua deteriorando su calidad. Existen algunas evidencias sobre el deterioro medioambiental en zonas mineras (Sandoval 2001; Betancourt et al. 2005). Es por ello que los estudios sobre biomonitorio ambiental deben ser prioridad para la provincia a fin de garantizar la estabilidad de los ecosistemas y la inocuidad de productos pesqueros, que para la zona son de gran importancia como lo son la concha *Anadara tuberculosa* y el camarón *Litopenaeus vannamei*

- **Descripción breve de lo realizado.**

**Investigación:**

- Se realizó una revisión bibliográfica sobre metalotioninas en bivalvos, estado actual de los estudios utilizando los avances en los estudios de vertebrado (papers enviado).
- Para conocer el nivel de imparto de metales tóxicos se evaluó el contenido de Pb Hg y Cd en 6 localidades de la zona costera de la Provincia de El Oro (papers enviado).
- Se determinó la incorporación de Hg en el mangle *Rizhophora mangle* de 3 localidades de la zona costera de la Provincia de El Oro (papers enviado a Revista Internacional de Contaminación Ambiental)(papers enviado).
- Se midió la incorporación de Hg en *Anadara tuberculosa* obtenida de 4 localidades de la Provincia de El Oro
- Se realizaron bioensayos estandarizados con el camarón *Litopenaeus vannamei* utilizando un área potencialmente contaminada con un elevado nivel de Hg, materia orgánica elevados niveles de DQO, DBO y contaminación biológica.
- Se realizó un artículo de revisión sobre Metalotioninas en Bivalvos (papers enviado a Latin American Journal A Research)
- Se lleva a cabo bioensayos bajo condiciones controladas con la especie *Anadara tuberculosa* utilizando para ello varias dosis de Hg desde 0,06 hasta 1 mg L<sup>-1</sup> y se determinó la incorporación del metal y la relación con los niveles de metalotioninas, glutatión y peroxidación lipídica.

#### **Docencia:**

- Taller sobre técnicas, búsqueda de material bibliográfico, manejo de muestras biológica tratamientos de muestras para determinación de metales y análisis bioquímicos (todas las semanas se dedicaban 4 horas a trabajo en conjunto de 7 estudiantes de la carrera de Ingeniería química)
- Taller de revisión de los métodos para la cuantificación de metalotioninas, glutatión, y peroxidación lipídica (la discusión de las metodologías fue solo teórica, no llegaron reactivos para hacer el taller con los estudiantes).
- Curso de estrés oxidativo (40 horas y asistieron 5 estudiantes de la facultad de Bioquímica).
- a) Jornadas de asesorías acerca de la determinación cuantitativa de fenoles, taninos, flavonoides, aceites esenciales, glucósidos cianogénicos y saponinas en plantas medicinales por espectrofotometría de absorción. Número de personas total que asistieron al evento: 15 (estudiantes tesistas, graduados y docentes).
- b) Jornada de Asesoramiento para la cuantificación de alcaloides en las plantas medicinales Guaviduca, Borraja y Diente de León, por dos métodos espectrofotométricos. No. de personas que asistieron por evento: 8.

### Tesis culminadas:

Tesis	Estudiante y Año	Condición
Calidad del agua de mar del estero Huayla y sus efectos en el crecimiento y supervivencia de <i>Litopenaeus vannamei</i>	Priscilla Gisella Jara Valle. 2015	Tutor
Bioacumulación de metales pesados (Pb, Hg; Cd) en el bivalvo <i>Anadara Tuberculosa</i> de cuatro localidades de la región costera de la provincia de El oro	Lucin Maria Del Cisne Ordoñez 2015	Tutor y asesor
Metales pesados (Hg, Pb, Cd), en el tejido blando del quelípodo y hepatopancreas del cangrejo rojo ( <i>Ucides occidentalis</i> ), en tres localidades del perfil costero de la provincia de El oro	Luis Alfredo Chuquimarca Montesdeoca. 2015	Tutor y asesor
Monitoreo de la contaminación con metales pesados (Hg, Pb,) en cuatro localidades de la zona costera de la provincia de el oro 2014, utilizando como biosensor <i>Crassostrea columbiensis</i>	Katherine Elizabeth Castro Infante. 2015	Tutor y asesor
Evaluación de niveles de Cd, Pb y Hg en raíces de <i>Rhizophora mangle</i> L. En cuatro localidades del perfil costanero de la provincia de el oro en las épocas de sequía y lluvia	Estefanía Molina 2015	Asesor
Niveles de mercurio y plomo en sedimentos superficiales en tres localidades de la provincia de el oro, Ecuador	Alfonso Marín 2015	Asesor
Cuantificación de los niveles de metales pesados (Pb, Hg) en sedimentos en tres localidades del estero grande, de la zona costera de la provincia de el oro	Diana Carolina Ortega 2015	Asesor
Biomonitoreo de metales pesados (Pb, Hg, Cd) en la <i>Anadara grandis</i> en el perfil costanero de la provincia de el oro.	Darío Fernando Riofrio Jumbo	Tutor y Asesor

### Asesoría en la elaboración de políticas públicas:

- Se realiza un protocolo estandarizado para bioensayos de toxicidad usando el invertebrado *Penaeus vannamei* como modelo para evaluar la toxicidad de aguas de ambientes contaminados.
- Asesoría al Hospital Básico Don Francisco de Tenguel (Ministerio de Salud Pública) para el estudio ambiental de Ríos en Tenguel

## **MARCO TEÓRICO**

Dentro del marco teórico es fundamental reconocer que el desarrollo industrial y doméstico generan gran cantidad de productos que la naturaleza no está en capacidad de biodegradar, es por ello que ocurre la contaminación a todos los niveles de la biosfera. Sin embargo, los cuerpos de agua son los receptores finales de todos estos contaminantes. Muchos de los tóxicos entran a los ciclos biogeoquímicos permaneciendo en el tiempo e incrementando la carga de acuerdo al incremento industrial.

Todo esto ha generado a nivel mundial un deterioro de los ecosistemas que ha traído consigo una elevada pérdida de abundancia y diversidad de especies y en muchos casos el desplazamiento de otras. La provincia de El Oro tiene un impacto antrópico importante por lo que las herramientas científicas como el biomonitoreo permite tener datos científicos para la toma de decisiones que van más allá de las universidades y entran a las legislativas y a normar el uso de químicos que atentan contra la vida o proponer alternativas de remediación y saneamiento de ecosistemas.

A continuación se señalan conceptos básicos para la comprensión de la propuesta y los resultados obtenidos en la misma:

### **Contaminación**

La contaminación es todo cambio que perjudica las características físicas, químicas y biológicas en el aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente a la vida humana, las especies beneficiosas, las condiciones de vida del ser humano y puede malgastar y deteriorar los recursos naturales renovables. Los elementos contaminantes son los residuos de las actividades realizadas por el ser humano. La contaminación aumenta, a medida que la gente se multiplica y el espacio disponible para cada persona se hace más pequeño, de manera que la contaminación aumenta cada año dependiendo de lo que desecha cada persona en el mundo. (Atilo, 2007).

### **Contaminación del agua**

La contaminación del agua es un problema que se da en todos los niveles y lugares del mundo y está relacionado con la contaminación del aire y con el modo en que el hombre utiliza los recursos de la Tierra (Cardenas, 2009). La contaminación consiste en una modificación de la calidad del agua, generalmente, provocada por el hombre, haciéndola inapropiada para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural (Orozco, Gonzales, Rodriguez, & Alfayate, 2003).

### **Monitoreo ambiental**

El monitoreo ambiental (MA) es una acción que se realiza para medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente, así como el estado de conservación de los recursos naturales. El MA es un proceso de observación repetitiva, con objetivos bien definidos relacionado con uno o más elementos del ambiente, de acuerdo con un plan temporal.

Esta actividad tiene como objetivo último de buscar el origen de la alteración ambiental identificada. En este sentido, a través de dicha actividad se brinda soporte para las acciones de supervisión, fiscalización y sanción ambiental, en tanto que permite conocer el nivel de afectación ambiental que puede ser atribuido a un potencial responsable.

En la actualidad, el monitoreo ambiental recurre a una terna de técnicas de diagnóstico, complementarias entre sí, que se indican a continuación: a) monitoreo de efectos biológicos con ensayos de toxicidad, b) monitoreo biológico de campo, y c) medición de parámetros químicos convencionales en descargas y cuerpos receptores.

Los niveles guía de calidad ambiental representan concentraciones máximas permitidas en el ambiente de sustancias individuales a las cuales se considera la inexistencia de efectos adversos significativos. Estos niveles pueden ser utilizados para determinar estándares (límites legales) u objetivos que pueden ser medidos o evaluados en el ambiente. El monitoreo es retrospectivo, pero los niveles guía pueden ser utilizados de manera predictiva, preventiva o reglamentaria.

### **Biomonitoreo**

El biomonitoreo no es más que la evaluación de la reacción y sensibilidad de distintos organismos vivos a diversas sustancias contaminantes presentes en un ecosistema, donde se incluyen los efectos deletéreos de una sustancia tóxica sobre distintos organismos. Estos organismos son empleados como indicadores biológicos de la toxicidad de un compuesto que se mide a través de diferentes índices biológicos (alteraciones en el desarrollo, en funciones vitales, etc.).

La evaluación de contaminación por biomonitoreo puede realizarse de dos modos:

- a) Mediante el estudio de los efectos sobre los organismos indicadores preexistentes en el ecosistema de interés,
- b) Mediante la toma de muestras del ambiente de interés y el análisis en el laboratorio de la presencia de contaminantes sobre organismos indicadores modelos un ejemplo de ellos son los camarones *Penaeus vanname* y los bivalvos, en este estudio se seleccionó (*Anadara tuberculosa*)

Estos índices biológicos pueden dar información no solo de las condiciones puntuales, sino también de lo sucedido en momentos previos a la toma de las muestras. Junto con la medición de parámetros físicos y químicos, el biomonitoreo permite evaluar el impacto que la actividad humana tiene en el medio ambiente, ya sea en ecosistemas abiertos como en efluentes industriales o domésticos.

### **Xenobiotico**

Se aplica a los compuestos cuya estructura química en la naturaleza es poco frecuente o inexistente debido a que son compuestos sintetizados por el hombre en el laboratorio y por consiguiente son compuestos químicos que no forman parte de la composición de los organismos vivos. Puede tratarse desde pesticidas, metales pesados hasta fármacos empleados con fines terapéuticos <http://definicion.de/xenobiotico/#ixzz3ij59518q>

Muchos agroquímicos pueden degradarse a través de la oxidación o de la radiación solar, sin embargo otros no se degradan tan fácilmente y se mantienen inalterables durante periodos muy extensos. Por eso, ante la imposibilidad de biodegradarse, muchos xenobióticos son altamente contaminantes y persistentes, un ejemplo de ellos son los metales pesados. Estos adicionalmente pueden **biomagnificarse** a lo largo de la cadena trófica de tal forma que los eslabones más altos incorporaran más el metal. Específicamente el Hg es uno de los metales a los cuales se les ha determinado una tasa de biomagnificación elevada, considerando al hombre como el consumidor final y tienen un efecto altamente toxico sobre la biota (Naranjo-Gomez et al, 2004) y para la salud humana estando actualmente asociado a muchas patologías, particularmente asociadas al sistema nervioso y aspectos cognoscitivos.

### **Ensayos estandarizados:**

Los bioensayos son pruebas en las cuales organismo o grupo de organismos son usados como agentes para determinar la potencia de cualquier sustancia fisiológicamente activa o el efecto de un xenobiotico desconocido pero que existe en el suelo o el agua (Reish y Oshida, 1987), permitiendo comparar la toxicidad de diferentes compuestos y conocer la sensibilidad de las diversas especies, para determinar los mecanismos de los efectos de las sustancias ensayadas

La evaluación de riesgo ecológico es un proceso mediante el cual se establecen magnitudes y probabilidades a los efectos adversos de actividades antrópicas y catástrofes naturales (Sutter, 1993); para ello se recurre tanto a métodos predictivos para la evaluación de la exposición, como de los efectos de sustancias tóxicas a distintos niveles de organización y escala trófica. Históricamente, los efectos han

venido siendo estudiados en el nivel de los organismos, de las poblaciones y de los ecosistemas.

Los ensayos de toxicidad y los modelos de extrapolación no son suficientes para resolver el problema de la contaminación sino realizar una evaluación de los efectos sobre la abundancia, producción y persistencia de las poblaciones y los ecosistemas.

A pesar del limitado alcance de la información proveniente de los ensayos de toxicidad para su extrapolación a escala ambiental, los estudios con organismos en laboratorio, en condiciones controladas y estandarizadas para la evaluación de respuestas, han venido siendo las fuentes de información predominantes para la evaluación ecológica de los efectos de los contaminantes tóxicos. La ecología de poblaciones debe conectar información toxicológica con modelos poblacionales para predecir efectos a esa escala.

Existen diversos organismos de protección ambiental en países centrales (Environment Canada, Environmental Protection Agency, etcétera) y de estandarización (ASTM, OECD, AOAC, ISO, entre otros) que han concretado la elaboración e implementación de sistemas de diagnóstico, base para la generación de estrategias ecosistémicas de protección. Ello, orientado a la obtención de respuestas estandarizadas de laboratorio (bioensayos) que permiten asegurar, dentro de un cierto grado de confiabilidad, la medida obtenida. La estimación del riesgo ecológico se basa en modelos y procedimientos recientemente incorporados (Bartell et al., 1992; Faustman & Omenn, 1996) por algunos organismos de gestión de control ambiental.

#### **CL50:**

concentración letal media, concentración del material en agua, suelo o sedimento que se estima letal para el 50% de los organismos de ensayo. La CL50y sus límites de confianza (95%) son usualmente derivados de análisis estadístico Selección de especies de prueba.

#### **Organismos modelos para ensayos de toxicidad**

En general, los criterios de selección de especies se fundamentan en los siguientes aspectos:

- Alta y constante sensibilidad a tóxicos
- Alta disponibilidad y abundancia.
- Estabilidad genética y uniformidad en las poblaciones.
- Representatividad de su nivel trófico.
- Significado ambiental en relación con el área de estudio.

- Amplia distribución e importancia comercial.
- Facilidad de cultivo y adaptabilidad a las condiciones de laboratorio.

## **Biomarcadores**

En el campo de la toxicología ambiental los marcadores biológicos o biomarcadores son los cambios medibles, ya sean estos bioquímicos, fisiológicos o morfológicos, que se asocian a la exposición a un tóxico. Los biomarcadores pueden ser

1. De exposición, si permiten la medida de la dosis interna mediante el análisis químico del compuesto tóxico o un metabolito del mismo en los fluidos corporales
2. Los biomarcadores de efecto indican cambios bioquímicos que acontecen tras una exposición a xenobióticos
3. Los biomarcadores de susceptibilidad sirven como indicadores de la respuesta individual frente a la agresión de un tóxico o grupo de tóxicos.

En el caso particular de los metales, particularmente el Cd y el Hg, son buenos inductores de una proteína denominada metalotioninas y la cual actualmente se usa como **biomarcador** de organismos expuestos a metales pesados particularmente en los bivalvos que han sido los organismos que por excelencia se utilizan en los programas de biomonitoreo ambiental. En el caso de los contaminantes orgánicos se utiliza las enzimas de citocromo **P450** y muchos otros que surgen de acuerdo a los avances el campo de la ecotoxicología acuática.

## **Metalotioninas**

Las metalotioninas (MTs) fueron aisladas por primera en la corteza de riñón de caballo como una proteína que enlaza zinc y cadmio, y su nombre se atribuye al elevado contenido de metal y grupos sulfidrilos, carece de aminoácidos aromáticos y tiene una masa molar entre 6-7 Kda (Margoshes & Vallee, 1957; Kigi & Vallee, 1960). Estas moléculas son cuantificadas como biomarcador de la contaminación por metales pero también actúa como un barredor de especies reactivas de oxígeno que suelen formarse como consecuencia de la toxicidad de los metales y la presencia también de xenobióticos orgánicos (Gagné, et al 2008).

## **Peroxidación lipídica**

La peroxidación lipídica es un proceso bioquímico que ocurre por la degradación oxidativa de los lípidos. Durante la lipoperoxidación los radicales libres capturan electrones de los lípidos en las membranas celulares. Este proceso es iniciado por un

mecanismo de reacción en cadena de un radical libre. El principal producto de la peroxidación es el malondialdehído, que a su vez cuando se acumula en elevadas concentraciones reacciona con la deoxiadenosina y la deoxiguanosina del ADN, formando aductos de ADN.

### **Glutación**

El glutatión (GSH) es un tripéptido que contiene un enlace peptídico inusual entre el grupo amino de la cisteína y el grupo carboxilo de la cadena lateral de glutamato. Es un antioxidante, y protege a las células de toxinas tales como los radicales libres. El glutatión se encuentra casi exclusivamente en su forma reducida, ya que la enzima que lo revierte a partir de su forma oxidada (GSSG), la glutatión reductasa, es constitutivamente activa e inducible bajo estrés oxidativo. De hecho, la proporción de glutatión reducido respecto a la de glutatión oxidado dentro de las células se utiliza a menudo científicamente como una medida de toxicidad celular.

### **Gestión ambiental**

La gestión ambiental, también designada como gestión del medio ambiente implica a aquella serie de actividades, políticas, dirigidas a manejar de manera integral el medio ambiente de un territorio dado y así contribuir con el desarrollo sostenible del mismo.

Refresquemos que el desarrollo sostenible implica el equilibrio correcto para el desarrollo de la economía, el aumento poblacional, el uso racional de los recursos y la protección y conservación del medio ambiente.  
<http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/gestion-ambiental.php>

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los sistemas marino costeros son muy vulnerables a las actividades humanas y generalmente todas las actividades llevadas a cabo por el hombre en el continente terminan afectando los ecosistemas marinos, determinando cambios en la estructura y biodiversidad. Ciertamente los estudios ecológicos permiten establecer alteraciones en la estructura de los ecosistemas, sin embargo, a través de los estudios ecotoxicológicos se puede evidenciar o conocer el estrés al que están expuestos los organismos, producto de las alteraciones del entorno. Por esta razón, los estudios Ecotoxicológicos pueden aportar herramientas muy importantes para determinar la condición fisiológica de organismos que están siendo afectados por la contaminación, sin esperar a visualizar efectos sobre la mortalidad, reproducción o en el peor de los escenarios la desaparición de especies en algunos ecosistemas. La evaluación fisiológica de los organismos proporciona herramientas fundamentales que permite determinar si la especie es vulnerable a factores externos. Para ello existen

biomarcadores que permiten determinar condición fisiológica de organismos, entre ellos podemos mencionar: Metalotioninas, peroxidación de membranas niveles de GSH

En el Ecuador, dos de las principales actividades económicas más importantes, pueden generar impactos sobre los organismos y el humano, particularmente el uso de agroquímicos en el cultivo del banano y el uso de mercurio en el amalgamado del oro podrían causar efectos adversos sobre el equilibrio ecológico de muchos ecosistemas, particularmente en los cuerpos de agua y en las zonas costeras donde finalmente se van a depositar estos contaminantes. Es por ello que la siguiente propuesta pretende realizar bioensayos estandarizados para determinar sensibilidad de agroquímicos y metales pesados en organismos modelos, así como también evaluar en condiciones naturales (zona costera) el uso de un organismo biosensor.

Breves antecedentes del problema:

Las actividades industriales (cultivo de banano, minería y la camaronicultura) y las descargas de las aguas servidas directa o indirectamente llegan a la zona costera, afectando la estabilidad de los ecosistemas y principalmente los de manglar que se distribuyen a todo lo largo de la provincia de EL Oro, siendo estos los ecosistemas más productivos y con mayor diversidad de organismos y zona de refugio para juveniles de peces e invertebrados. Durante años ha recibido estos efluentes y se han enriquecido los sedimentos con gran cantidad de xenobioticos En el caso particular el Hg en la zona costera de El Oro están asociados principalmente a actividades industriales y domésticas que han caracterizado a la Provincia de El Oro, una de ellas y quizás la más importante está relacionada con las actividades de la minería que datan desde 1895, aproximadamente cuando aparecieron las primeras empresas dedicadas a la explotación minera (Murillo 2000), al gran uso de agroquímicos (mercuric oxide, mercurous chloride (calomel), phenylmercury acetate (PMA), phenylmercuric oleate (PMO), alkyl mercury, alkoxyalkyl y aryl mercury) los cuales fueron prohibidos desde noviembre del 2005 por la EPA, Unión Europea y Rotterdam Convention on Prior Informed Consent (PIC) (Red de Agricultura Sostenible 2011) y en tercer lugar las descargas residuales sin tratamiento previo, que presumiblemente se ha venido realizando a lo largo de los años con el desarrollo urbanístico e industrial Orense.

El mercurio es uno de los metales con mayor impacto sobre los ecosistemas y que desde hace varias décadas ha sido objeto de innumerables estudios por parte de investigadores en diversas áreas. Este elemento puede aparecer en el ambiente bien sea por fenómenos naturales o por actividades humanas, lo cual ha ocasionado su acumulación y toxicidad en la biota, afectando la integridad de los ecosistemas y la salud del hombre (Olivero y Johnson, 2002).

El mercurio y sus compuestos son sumamente tóxicos especialmente para el sistema nervioso en desarrollo. El nivel de toxicidad en seres humanos y otros

organismos varía según la forma química, la cantidad, la vía de exposición y la vulnerabilidad de la persona expuesta. Los seres humanos pueden estar expuestos al mercurio de diversas formas incluido entre otras a través del consumo de pescado, los usos ocupacionales y domésticos, las amalgamas dentales y las vacunas que contienen mercurio.

Reportes a nivel mundial indican que las concentraciones de mercurio en muchos peces marinos y de agua dulce exceden los valores de salud pública internacionalmente recomendados y por ello la Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos y la FDA han impartido algunas normas sobre el consumo de algunos productos pesqueros, principalmente para el consumo en niños y mujeres embarazadas. Además, se ha estimado que el 95 % del mercurio total en peces puede corresponder a metilmercurio (CH<sub>3</sub>Hg). Esta forma química es tres veces más tóxica que el mercurio elemental y las sales inorgánicas. Por otro lado la exposición a metilmercurio en humanos proviene casi exclusivamente del consumo de peces (Olivero y Johnson, 2002). Uno de los usos más frecuentes del mercurio es como cátodo en la electrólisis de la solución del cloruro de sodio para producir soda cáustica y cloro gaseoso. Cantidades del orden de 10 toneladas del líquido metálico son usadas en cada planta de procesamiento. Uno de los usos del mercurio metálico, particularmente en Sudamérica, que ha originado un impacto importante en el medio ambiente y en la salud de muchas poblaciones, es su utilización en los procesos de extracción del oro de manera artesanal (Olivero y Johnson, 2002).

#### Situación del problema:

De acuerdo a la revisión bibliográfica y a los resultados obtenidos en la presente investigación se determina que existe un gran deterioro de los ecosistemas marinos costeros, comenzando por señalar que existe un elevado nivel de mercurio en los sedimentos que se manifiesta en una elevada incorporación e el componente botico desde los manglares *Rhizophora mangle* en el cual se determinó niveles de mercurio compatibles con áreas impactadas por actividad minera, en la cual usa el mercurio para amalgamar El Oro. Por otro lado existe una gran incorporación del metal en organismos, particularmente en *Anadara treuberculosas* con concentraciones muy superiores a los niveles máximos permisibles por normativas internacionales para el consumo humano, lo que implica un problema para la población

#### Efectos inmediatos y futuros:

Los problemas pueden tener tres niveles de impacto, de forma inmediata, lo primero que hay que señalar es evidenciado por un deterioro en la calidad de los ecosistemas y calidad de vida de los ciudadanos y este último es atribuido en parte a que el mercurio tiene una presión de vapor es 0.00212 mm de Hg, de tal forma puede desprender suficiente vapor para exceder el límite máximo seguro de exposición ocupacional, en un factor de 300 (WHO, 1990). De forma

el mercurio puede ser acumulados en el hombre a partir de los productos pesqueros, que en un 95% corresponde a metilmercurio, esta forma es mucho más tóxica que el mercurio elemental. Por otro lado las inhalaciones de los vapores de mercurio también ocasionan efectos tóxicos sobre la población. Actualmente existen evidencias entre los niveles de mercurio acumulados en los niños y la presencia de autismo. Por ello los efectos inmediatos y futuros son comprometedores para la salud de los ecosistemas y la calidad de vida de los ciudadanos.

Causas probables y factores asociados:

Las causas del deterioro de los ecosistemas marinos costeros tienen su origen en tres aspectos fundamentales

- a) la minería artesanal que data desde los años 1950, que han enriquecido los suelos y los sedimentos con elementos metálicos que han contaminado muchos ríos y finalmente llegan al mar donde también han causado contaminación.
- b) Las descargas domésticas son descargadas directamente a los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento.
- c) El Uso durante muchos años de fungicidas con elevados niveles de Cd y Hg que fueron utilizados indiscriminadamente han contaminado los sedimentos y cuerpos de agua.
- d) El uso de sulfato cúprico por las camaroneras.

Datos que verifiquen que el problema es parte de un contexto en el que se conjugan otros problemas relativos.

Actores y/o instituciones involucradas:

Es importante señalar que los actores e instituciones involucradas juegan un papel preponderante en la problemática de contaminación que hoy sufren cuerpos de agua continentales y marinos. De acuerdo a la codificación de la Ley de Gestión Ambiental (Registro Oficial del Suplemento 418 del 10 de septiembre 200 señala:

Es obligación **del Municipio** lo relacionado con el medioambiente y la ciudadanía y en los siguientes artículos esto queda establecido:

- Artículo 3. El proceso de Gestión se orientará según los principios universales del desarrollo sustentable, contenidos en la declaración de Río de Janeiro 1992, sobre el medio ambiente y el Desarrollo.
- Artículo 4. Los reglamentos instructivos regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia expedidas por las instituciones del estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas según corresponda, desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones

comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos

- Artículo 13. Los consejos provinciales y los municipios dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y la presente Ley
- Artículo 19. Las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, cuyo principio rector será el cautelatorio.

De acuerdo a la constitución Política del Estado, Registro Oficial No 1 de 11 de agosto 1998

El estado Ecuatoriano tiene las siguientes obligaciones:

- Artículo 23. Reconocer y garantizar el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación
- Artículo 86. Proteger el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado y garantizar la preservación de la naturaleza.
- Artículo 88. Toda decisión estatal que afecte al medio ambiente deberá contar previamente con los criterios de la comunidad para lo cual esta será informada. La ley garantizará su participación.
- Artículo 89. El estado promoverá tecnologías ambientalmente limpias y energías alternativas no contaminantes, estímulos tributarios para quienes realicen acciones ambientalmente sanas.
- Artículo 90. Regula la gestión de las sustancias tóxicas y peligrosas.
- Artículo 87. Responsabilidades administrativas civiles y penales por las acciones u omisiones en contra de las normas de protección al medio ambiente.
- Artículo 91. Tomar medidas preventivas en caso de dudas sobre el impacto de las consecuencias ambientales negativas de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño

Soluciones que se han intentado:

Los resultados científicos obtenidos en la presente investigación señalan que existen niveles de Hg que se consideran contaminantes al medio ambiente y afectan la inocuidad de los productos pesqueros. Por lo que esta evaluación abre el camino para que se realicen los monitoreos a fin de tener una base de datos que permita ir hacia la toma de decisiones por los organismos competentes. En relación a las soluciones al problema son la segunda etapa después de la evidencia científica y es necesario que el Estado, el Municipio y la comunidad comprendan la grave situación de la contaminación de cuerpos de agua para tomar las medidas de mitigación o remediación.

Como resultado de la investigación se propone un bioensayo estandarizado con larvas de camarón para determinar el impacto de áreas potencialmente tóxicas y efluentes que puedan estar afectando a la biota (Se anexa). Para este bioensayo estandarizado se utilizan larvas de *Penaeus vannamei* en estadio PL13 como lo sugiere la EPA (Agencia de protección ambiental) para pruebas de letalidad.

Por otro lado se realizó una propuesta al Hospital de La localidad de Tenguel a fin de hacer una evaluación en los ríos de la zona. Esto fue planteado mediante una propuesta con el Director del Hospital, sin embargo y a pesar del trabajo realizado no se logró concretar nada.

- Interrogantes fundamentales, que debe ser resueltas a través de la propuesta de trabajo

En que magnitud se han enriquecido los sedimentos con contaminantes orgánicos e inorgánico al menos en los últimos 30 años y las repercusiones en parámetros ecológicos como la abundancia, diversidad, riqueza de organismos

Cuáles son los niveles de agroquímicos en sedimentos agua y organismo?

Cuáles son las repercusiones de estos contaminantes en los invertebrados de poco desplazamiento de la zona costera de la Provincia de El Oro?

Cuales han sido los efectos sobre el consumo de productos pesqueros con dosis superiores a los límites máximos permitidos por legislaciones a nivel internacional para el humano en la zona?

Todas estas y muchas otras interrogantes abren la posibilidad de crear líneas de investigación que realicen evaluaciones a nivel medioambiental y de salud pública.

Se desconoce las interacciones entre poblaciones de distintas especies, cambios estructurales y cambios funcionales, observables en el contexto del ecosistema, por lo que es necesario las evaluaciones a este nivel, sin embargo, una investigación de esta naturaleza tienen una serie de restricciones relacionadas con el elevado costo y tiempo asociados para obtener la mayor información sobre efectos tóxicos para la parametrización.

## DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

**Espacio geográfico, es decir, el lugar donde se realizó el trabajo.**

- El trabajo realizado se delimito a la zona costera de la Provincia de El Oro

### **Sujetos y/u objetos que participaron en la realización del estudio.**

- La evaluación ambiental se realizó a nivel de sedimento e invertebrados marinos *Litopenaeus vannamei* y *Anadara tuberculosa*

### **Tiempo, especificando el periodo de tiempo en el que fue realizado el trabajo**

- Desde el 18 de julio de 2013 hasta el 31 de agosto del 2014

Este aspecto se llevó a cabo en tres fases:

1. En la primera se realizó una evaluación de los niveles de Cd, Pb y Hg en los sedimentos de varias localidades de la zona costera de la Provincia de el Oro las cuales fueron: El Coco, Bajo Alto, Archipiélago de Jambelí y tres localidades en el Estero Grande.
2. Se evaluó la incorporación de Hg y Cd en bivalvos de la zona costera de 4 localidades: Puerto Hualtaco, Puerto Bolívar y Jambelí
3. Se hizo un bioensayo estandarizado para probar la toxicidad de las aguas del estero Huaylá sobre larvas de camarones de *Litopenaeus vannamei* y se llevaron a cabo bioensayos con *Anadara tuberculosa* expuesta a dosis de Hg para evaluar su bioacumulación y las respuestas a los biomarcadores: metalotioninas, peroxidación lipídica y niveles de GSH.

### **Contenidos, la o las variables que se consideraron en el estudio**

- Variables ambientales, ensayos de laboratorio, determinaciones físicoquímicas en sedimento y agua y determinación de biomarcadores (respuesta bioquímicas en organismos).

### **JUSTIFICACIÓN**

Evidencias, magnitud de la problemática y necesidad de éstas para profundizar en el análisis.

Los resultados acá obtenidos evidentemente muestran un efecto antrópico significativo que han deteriorado la calidad de las aguas continentales y marinas. Son escasos los trabajos que evalúen la calidad desde el punto de vista biótico y abiótico, sin embargo existen algunos trabajos que quedan en la memoria gris porque no han sido publicados o porque carecen de rigurosidad científica, pero vale la pena recopilarlos y considerar aquellos que puedan aportar algunos conceptos y medidas útiles para proponer planes de saneamiento o remediación.

Es necesario hacer una evaluación de todos aquellos trabajos realizados por consultoras acreditadas, muchas en el Ecuador y hacer la trazabilidad de las mismas muestras con los laboratorios nacionales y externos.

Considero de fundamental importancia que exista una línea de investigación robusta en el área de Ecotoxicología. Que incluya: La minería, los agroquímicos, la camaronicultura. Pues todos estos desechos hacen un cocktail muy perjudicial para los ecosistemas y para el humano.

Medidas correctivas que contribuyan a la solución de los problemas expuestos.

Las medidas correctivas pasan porque exista un proyecto multidisciplinario que se encargue de monitorear las zonas costeras desde el punto de vista ambiental y ecotoxicológico en intervalos de tiempo asociados a los períodos de lluvia y sequía y anualmente. Es necesario que exista una institución municipal o estatal con las universidades que se encargue de planificar el estudio ambiental de las provincias del Ecuador y que el proyecto sea sustentable, es decir que los recursos económicos dirigidos al proyecto sean garantizados y particularmente al caso de estudio que nos refiere, reforzar o impulsar líneas de investigaciones tendientes a las evaluaciones de los cuerpos de agua a nivel de los sedimentos y organismo. Es imprescindible que los estudios sean divulgados a través de publicaciones y a fin de que las universidades cada vez mas apuntalen estudios más efectivos y que se pueda determinar que existen consecuencias ecológicas y medio ambientales que están atentando con la calidad de vida de los habitantes de la Provincia de El Oro. Estas son las herramientas que tienen los entes del estado y legislativos para normar y crear pautas que promuevan el desarrollo sustentable, salud de los ecosistemas y una buena calidad de vida de la ciudadanía.

Argumentos de que la investigación constituye una estrategia para enfrentar la problemática mencionada.

1. Los resultados demuestran evidencia de una elevada contaminación por Hg en el componente abiótico y biótico.
2. Los ejemplares modelos propuestos en la presente investigación se adaptan fácilmente a condiciones de confinamiento, lo que permite realizar bioensayos de toxicidad con mucha facilidad.
3. Los ejemplares en condiciones de laboratorio pueden incorporar concentraciones disgnificativas de Hg y estos pueden causar alteraciones en las determinaciones bioquímicas (estrés oxidativos) como consecuencia de la dosis del metal.
4. Es necesario crear y reforzar el monitoreo de metales en humano como herramienta para la toma de decisiones y la regulación en cuanto al consumo de productos pesqueros, principalmente para niños y mujeres embarazadas en las cuales de ha demostrado que el mercurio puede causar daños irreversibles.

Beneficios futuros que pueden obtenerse, tanto para las personas como para las instituciones y/o grupos sociales.

Partiendo del hecho de que un ambiente sano y sin contaminación es un ambiente que garantiza la calidad de vida de las personas y los grupos sociales, se debe partir del concepto de desarrollo sustentable de las naciones, es decir que se puedan desarrollar las empresas con un compromiso ambiental donde se respeten las leyes y se contribuya a mantener la calidad de los ecosistemas para las futuras generaciones.

Por otro lado

Entre los beneficios puntuales que de alguna u otra manera tendrán un efecto social:

1. Implementar carreras en el área de estudios ambientales costeros principalmente en las universidades que se encuentren en las costas. Esto garantizará profesionales preparados para llevar a cabo las actividades de investigación en el área.
  2. El Estado, los Municipios, las universidades y la comunidad en general serán los actores principales de que exista un gran compromiso con el ambiente. Es necesario llevar a cabo talleres de trabajo con todos los actores a fin de proponer las estrategias para la evaluación y el seguimiento de los estudios ambientales y la ecotoxicología.
  3. Disponer de datos ambientales a nivel de las zonas costeras: parámetros físico químicos, metales tóxicos, agroquímicos y evaluaciones toxicológicas que argumenten científicamente la toma de decisiones que puedan tomar los actores principales (Estado, Municipio, Universidades y ciudadanía).
- Aplicabilidad en el futuro en campos productivos, de salud, etc.(áreas estratégicas de desarrollo).

La aplicabilidad está dirigida en una sola dirección Salud de los ecosistemas incluyendo al hombre como parte de él. Y las áreas estratégicas serían estudios ambientales y Ecotoxicología y toxicología humana

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio sobre el nivel de impacto antrópico en la zona marino costera de la provincia de El Oro, utilizando para ello dos organismos autóctonos modelos que pueda representar biomonitores para evaluar la salud de los ecosistemas, para ello

se considerarán áreas potencialmente intervenidas y otras que potencialmente no lo estén. Y estandarizar bioensayos para determinar la toxicidad de xenobioticos sobre un organismo modelo representativo de la provincia de El Oro. .

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se incluyeron otros objetivos en el transcurso de la investigación, evaluación de metales en mangle y sedimentos, histología reproductiva de *A. tuberculosa*)

- Evaluar el estrés oxidativo en invertebrados marinos sus variaciones fisiológicas y el efecto de xenobioticos sobre la producción de especies reactivas de oxígeno.
- Biomonitorio de metales en bivalvos marinos, mangle y en sedimentos
- Bioensayos de toxicidad con *Anadara tuberculosa* y *Litpenaeus vanname*
- Charlas, conversatorios y talleres sobre la sensibilidad de los sistemas marino costeros (cumplidos a excepción de un curso taller por falta de reactivos)
- Presentación de un protocolo estandarizado para determinar toxicidad de xenobioticos en zonas marino costeros
- Elaborar proyecto de investigación para solicitar financiamiento a las instituciones nacionales e internacionales competentes para el fortalecimiento y/o la creación de un laboratorio de ciencias ambientales
- Lograr vinculación con otras universidades e institutos que permitan fortalecer la investigación planteada y que posteriormente pueda generar un convenio interinstitucional.

## RESULTADOS OBTENIDOS

### PAPER INDEXADO O ARTÍCULO CIENTÍFICO PUBLICADO

Nombre del artículo o libro:	Estado del artículo (en elaboración, en revisión y aprobado):	Nombre de la revista a la cual se remitió el documento
Libro del Foro Ibero americano de los recursos pesqueros y la acuicultura	Listo	<a href="https://www.academia.edu/12633227/Libro_del_VII_Foro_Iberoamericano_de_los_Recursos_Costeros_y_la_Acuicultura_VII_FIRMA_Ecuador_2014">https://www.academia.edu/12633227/Libro_del_VII_Foro_Iberoamericano_de_los_Recursos_Costeros_y_la_Acuicultura_VII_FIRMA_Ecuador_2014</a>
Metalotioninas en bivalvos	Enviado	LAJAR (Latin american journal of aquatic research) <a href="http://www.lajar.cl/">http://www.lajar.cl/</a>
Cambio climático y contaminación ambiental	Listo	<a href="https://www.academia.edu/12633227/Libro_del_VII_Foro_Iberoamericano_">https://www.academia.edu/12633227/Libro_del_VII_Foro_Iberoamericano_</a>

		de los Recursos Costeros y la Acuicultura _VII_FIRMA_Ecuador_2014
Caracterización histológica de las gónadas de hembras de <i>Anadara tuberculosa</i> de la localidad de Bajo Alto, Provincia del Oro, Ecuador	Listo	<a href="https://www.academia.edu/12633227/Libro_del_VII_Foro_Iberoamericano_de_los_Recursos_Costeros_y_la_Acuicultura_VII_FIRMA_Ecuador_2014">https://www.academia.edu/12633227/Libro_del_VII_Foro_Iberoamericano_de_los_Recursos_Costeros_y_la_Acuicultura_VII_FIRMA_Ecuador_2014</a>
Niveles de mercurio en el mangle <i>Rhizophora mangle</i> de la zona costera de la provincia de El Oro	Enviado	Revista Internacional de contaminación ambiental (RICA) <a href="http://www.revistas.unam.mx/index.php/rica">http://www.revistas.unam.mx/index.php/rica</a>
Niveles de mercurio en sedimento de la zona costera de la provincia de El Oro	Enviado	Gayana <a href="http://www.gayana.cl/">http://www.gayana.cl/</a>
Bioensayos subletales con <i>Litopenaeus vannamei</i> para evaluar la toxicidad del aguas del Estero Huaylá	Por enviar	Se publicará en Revista científica <a href="http://www.redalyc.org/revista.oa%3Fd%3D959">http://www.redalyc.org/revista.oa%3Fd%3D959</a> Una vez enviada a publicación se remitirá el papers a SENESCYT. Se anexa resumen
Efecto del mercurio sobre los niveles de metalotioninas, glutatión y peroxidación lipídica en <i>Anadara tuberculosa</i>	En preparación	Una vez enviada a publicación se remitirá el papers a SENESCYT. Se anexa resumen

## 1. CONTRIBUCIÓN AL PLAN DEL BUEN VIVIR

Esta investigación se ajusta al Objetivo 7 de los lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir.

Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global

7.1. Asegurar la promoción, la vigencia y la plena exigibilidad de los derechos de la naturaleza

Y se enmarca en el Capítulo segundo Derechos del Buen vivir de la Constitución de la República Ecuador (2008), sección segunda, ambiente sano y en el **Art. 14** que dice: Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

## 2 DESCRIPCIÓN DE PRODUCTOS ALCANZADOS

Item	Cantidad
Publicaciones enviadas SCOPUS	3
Publicaciones por enviar SCOPUS	2
Libros publicado	1
Prociding arbitrado de Congreso	2
Cusos Adiestramiento	3
Otros Congreso	3
Docencia Tesis aprobadas	7
Publicaciones colaterales	2
Proceeding colaterales	2
Proyectos de Investigación realizados	1
Propuesta de convenio institucional	1

En la tabla anterior se enlistan los productos de esta investigación los cuales son productos verificables e incluidos en el CD, se incluye 1 libro editado, 3 papers enviados, 2 por enviar 2 proceeding arbitrados, en docencia 7 tesis aprobadas, 5 trabajos presentados en congresos internacionales y como colateral 2 publicaciones y 2 proceeding. Aicionalmente una propuesta de convenio y un proyecto de investigación a la Universidad de Acogida que no fue aprobado por falta de recursos

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Los resultados demuestran un gran deterioro ambiental de la zona marino costera de la Provincia de El Oro evidenciado por elevados niveles de Hg en sedimentos y organismos, llegando a superar los límites máximos recomendados para sedimento y máximos permisibles para consumo humano señalados por legislaciones internacionales. Todos los sitios de muestreo (en total 6 de sedimentos) mostraron valores elevados. En organismos existe una diferencia específica, *Anadara tuberculosa* presentó los mayores valores del metal alcanzando concentraciones hasta 5 mg K<sup>-1</sup> (límite de la WHO y FDA es 0,5 mg Kg<sup>-1</sup>).

2.-En el Estero Huaylá se determinó una elevada contaminación biológica, orgánica e inorgánica en los tres sitios analizados, los valores de los parámetros físico-químicos y biológicos estuvieron por encima de valores de referencia.

Las evaluaciones sobre la toxicidad del agua del Estero Huaylá en larvas de camarones *Litopenaeus vanname* llevada a cabo bajo condiciones controladas y estandarizadas, determinó que el agua produce mortalidad para diluciones de 25,50, 75, 100 y estuvo comprendida entre 62% y 53,33% de las larvas de camarones y se determinó un LC50 (Concentración letal) de 80,88 con límites de confiabilidad de 53,27-170,08, estos resultados son compatibles con los comentarios de la comunidad quienes sostienen que ya las larvas no se desarrollan en el estero como en años anteriores.

El bivalvo *Anadara tuberculosa* se adapta fácilmente a las condiciones de confinamiento, lo que al igual que otros bivalvos lo hace un organismo autóctono, modelo para hacer bioensayos de laboratorio en el área de Ecotoxicología, adicionalmente con los resultados señalados, es un excelente biomonitor de mercurio y responde ante la presencia de dosis elevadas de este metal en bioensayos de laboratorio, determinándose que el mercurio causa un efecto significativo en la peroxidación de las membranas y tiende a aumentar los niveles de MTs y GSH a elevadas dosis del metal.

## **LIMITACIONES**

Los resultados obtenidos en la presente investigación se han evaluado a nivel regional pero la extrapolación de estos resultados a otro ámbito mayor requieren estudios más amplios en tiempo y espacio para poder tener una evaluación ambiental de todo lo que representa las zona costeras y las posibles causas de los impactos antrópicos en un área mayor. Para darle continuidad a estudios Ecotoxicológicos y ambientales de requiere de laboratorio equipados para tal fin y la Institución de acogida actualmente no los tiene pero ha quedado la conciencia que esta línea de investigación debe ser fortalecida

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Atilo, E. (2007). Contaminacion. Area Ecologica. Universidad Nacional de Ctamarca, 2-4 Pp.
- Betancourt, O., A. Narváez & M. Roulet. 2005. Small-scale Gold Mining in the Puyango River Basin, Southern Ecuador: A Study of Environmental Impacts and Human Exposures. *EcoHealth*, 2(4), 323-332.
- Cardenas, G. C. (2009). Agricultura, urbanizacion y agua. (R. T. López, Ed.) Uruguay, Montevideo: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008. Registro Oficial 449 de 20-oct-2008 Ultima modificación: 13-jul-2011. Estado: Vigente

Gagné, F., C. André & C. Blaise. 2008. The dual nature of metallothioneins in the metabolism of heavy metals and reactive oxygen species in aquatic organisms: implications of use as a biomarker of heavy-metal effects in field investigations. *Biochem. Insights.*, 1: 31-41.

Kägi, J.H.R., & B.L. Vallee. 1960. Metallothionein: a cadmium and zinc containing protein from equine renal cortex. *J. Biol. Chem.*, 235: 3460-3465

Margoshes, M. & B.L. Vallee, 1957. A cadmium protein from equine kidney cortex. *J. Am. Chem. Soc.*, 79(17): 4813-4814

Naranjo-Gomez, Juan S et al. Efectos inmunotoxicológicos e histopatológicos de la exposición a concentraciones subletales de cloruro de mercurio (HgCl<sub>2</sub>) en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). *Ces. Med. Vet. Zootec.* 2014,9(1) 26-42.

Orozco, C., Gonzales, N., Rodriguez, F., & Alfayate, J. (2003). CONTAMINACION AMBIENTAL UNA VISION DESDE LA QUIMICA. (C. R. ORTEGA, Ed.) MADRID, ESPAÑA: S.A. EDICIONES PARANINFO.

Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013.

Sandoval F. 2002. La pequeña minería en el Ecuador. International Institute for environment and development. 31 pp

Young-Seoub H Dae-Seon K Seung-Do Y Seong-Hwan K Jong-Kuk K Yu-Mi K Jae-Ho Y Ji-Hyun J and Byoung-Gwon K. 2013. Four Cases of Abnormal Neuropsychological Findings in Children with High Blood Methylmercury Concentrations. *Ann Occup Environ Med.*; 25: 18.

FIRMA DEL INVESTIGADOR /DOCENTE	(rúbrica)
FIRMA CONTRAPARTE INSTITUCIONAL 1	(rúbrica)
FIRMA CONTRAPARTE INSTITUCIONAL 2	(rúbrica)

## ANEXOS

DOS RESÚMENES DE DOS PUBLICACIONES EN PROCESO

**TOXICIDAD EN ESTERO HUAYLÁ DETECTADA A TRAVÉS DE BIOENSAYOS CON LARVAS  
DE *Penaeus vannamei***

Jara Priscilla<sup>1</sup>, Byron Lapo<sup>1</sup>, Mairin Lemus<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador

<sup>2</sup>Programa Prometeo Senescyt

<sup>3</sup>Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela  
*priscilla\_4\_15@hotmail.com*

**RESUMEN**

El nivel de contaminación del estero Huaylá ocasionado por las descargas de aguas residuales que recibe diariamente de la ciudad de Machala han provocado un gran deterioro de los ecosistemas de manglar que se encuentran en la zona, poniendo en riesgo las especies marinas que se encuentren en este estero. El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto del agua del estero Huaylá sobre larvas de camarones de *Penaeus vannamei*. Para ello se analizó la calidad del agua y el efecto que tiene sobre la mortalidad de las larvas de camarón a través de bioensayos estáticos de corta duración. Los ejemplares fueron obtenidos de una camaronera, se trasladaron al laboratorio donde permanecieron durante 15 días de en las condiciones de confinamiento del laboratorio. Los ensayos se realizaron con diluciones de 100, 75, 50, 25 y 0 de dilución del agua proveniente del estero Huaylá, como controles se utilizó agua de mar de la Isla Santa Clara y otro control con agua de mar salina obtenida de *Instant ocean*. Las larvas en estadio PL13, previamente aclimatadas fueron colocados en acuarios en una densidad 10 larvas. L<sup>-1</sup>. Los bioensayos se llevaron a cabo con 5 réplicas. El fotoperiodo fue de 12/12, temperatura promedio 27 ± 2 °C, salinidad 36, pH 7,85. Se realizaron las observaciones de mortalidad cada 24 horas hasta 96 h. Los resultados mostraron que diluciones entre 50 y 100% del agua del estero Huaylá causan una mortalidad significativamente alta (p<0,05) en relación a la localidad control y al control con agua de mar sintética. La mortalidad para estas diluciones estuvo comprendida entre 53,33 y 62%. Estos resultados preliminares determinan que la contaminación en el estero Huaylá afecta la sobrevivencia de la especie autóctona, *P. vannamei* y podría estar afectando la sobrevivencia de otros organismos y si las descargas residuales continúan la biodiversidad y abundancia que caracterizan los sistemas de manglares estarán en riesgo.

**PALABRAS CLAVE:** Bioensayos de toxicidad, contaminación, estero Huaylá

(Artículo en elaboración y revisión)

## EFECTO DEL MERCURIO SOBRE LOS NIVELES DE METALOTIIONINAS, GLUTATION Y PEROXIDACION LIPIDICA EN *Anadara tuberculosa*

### RESUMEN

Se llevaron a cabo bioensayos agudos con ejemplares de *Anadara tuberculosa*, los cuales fueron expuestos 5 dosis de mercurio desde 0,06 hasta 1 mg de Hg L<sup>-1</sup> durante 5 días. Los bioensayos se llevaron a cabo por duplicado, con control de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fotoperíodo y pH. Una vez culminado los 5 días de exposición los organismos fueron detectados y el tejido fue homogenizado en buffer tris-HCl pH 7,5 0,2 mmol.L<sup>-1</sup> y se tomaron fracciones para Hg, glutatión (GSH), metalotiionnas (MTs) y peroxidación de membranas. El mercurio fue determinado por espectrofotometría de absorción atómica por generación de hidruros con atomización en una celda de cuarzo y los parámetros bioquímicos por espectrometría VIS. Los resultados demuestran que organismos obtenidos en el campo con una historia previa de incorporación de mercurio elevada son capaces de incorporar nuevas dosis de metal bajo condiciones controladas, lo que los hace muy buenos bioindicadores de contaminación por Hg. No se mostraron diferencias significativas en los niveles de GSH y MTs en los grupos experimentales, sin embargo se observó una tendencia en la cual dosis de 1 mg L<sup>-1</sup> muestra valores elevados, mientras que la LPO fue mayor a la dosis de 0,125 mg de Hg L. Estos resultados pueden estar asociados a que el organismos está expuesto naturalmente a una carga de mercurio significativa y las respuestas son menos evidentes que en aquellas donde los organismos provienen de áreas limpias.