

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**



**“EFECTO DE LA ACUICULTURA DE CAMARÓN MARINO,  
SOBRE MACROBENTOS EN ZONAS DE MANGLAR DEL  
ESTUARIO RÍO CHONE, MANABÍ, ECUADOR”**

**Presentada por:  
ROCÍO ELIZABETH VERA MERA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**Lima - Perú  
2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**“EFECTO DE LA ACUICULTURA DE CAMARÓN MARINO,  
SOBRE MACROBENTOS EN ZONAS DE MANGLAR DEL  
ESTUARIO RÍO CHONE, MANABÍ, ECUADOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO**

**MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**ROCÍO ELIZABETH VERA MERA**

**Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:**

Dr. Edgar Sánchez Infantas  
**PRESIDENTE**

Mg.Sc. Zulema Quinteros Carlos  
**ASESOR**

Mg.Sc. Welfredo Baldeón Quispe  
**MIEMBRO**

M.Eng. María Miglio Toledo  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, a mi hijo y a mis hermanos

## **AGRADECIMIENTO**

Al Programa Nacional de Crédito Educativo y Becas (PRONABEC) del estado peruano, por adjudicarme la beca que me ha permitido realizar la presente maestría, muy especialmente a Juan Carlos Barinotto Vargas.

A la Mg. Sc. Zulema Quinteros Carlos patrocinadora de la tesis, amiga y guía, gracias por el apoyo brindado, por su paciencia y ese ánimo constante que me obsequió.

Al Dr, Óscar Mendoza de la Universidad Nacional de Tumbes, por sus observaciones y sugerencias.

A Ramón Antonio Vera Farías y Juan Carlos Romero por su colaboración en campo y toma de muestras, gracias.

A los grupos de pescadores artesanales de zona por la accesibilidad e información facilitada.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1. LA ACUICULTURA DE CAMARÓN EN EL ECUADOR .....	4
2.2. IMPACTO DE LA ACUICULTURA AL AMBIENTE. ....	5
2.3. ESTUARIO.....	7
2.4. ECOSISTEMAS DE MANGLAR.....	9
2.5. COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS .....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	16
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS .....	17
3.3. DISEÑO DE MUESTREO .....	17
3.4. DESCRIBIR LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DEL MACROBENTOS EN EL ESTUARIO DEL RÍO CHONE.....	20
3.4.1. Abundancia relativa del macrobentos. ....	20
3.4.2. Diversidad macrobentónica.....	20
3.4.3. Riqueza específica.....	21
3.4.4. Equidad.....	22
3.4.5. Similaridad de Bray-Curtis .....	22
3.5. EVALUAR LAS CONDICIONES DEL SEDIMENTO (MATERIA ORGÁNICA) Y DEL AGUA (pH, SALINIDAD, TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTO) DEL ESTUARIO, PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LAS CAMARONERAS EN EL ECOSISTEMA. ....	23

3.6. EVALUAR LA PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DE LA ACUICULTURA DE CAMARÓN MARINO SOBRE LAS COMUNIDADES MACROBENTÓNICA. ....	23
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
4.1. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DEL MACROBENTOS EN EL ESTUARIO DEL RÍO CHONE.....	24
4.1.1. Abundancia de la comunidad del macrobentos .....	24
4.2. PARÁMETROS AMBIENTALES DEL AGUA Y MATERIA ORGÁNICA DEL SEDIMENTO, POR ZONAS DE MUESTREOS Y ÉPOCA DEL AÑO.....	29
4.3. PERCEPCIÓN DE LOS PESCADORES DEL IMPACTO DE LA ACUICULTURA SOBRE LAS COMUNIDADES MACROBENTÓNICA.....	34
<b>V. DISCUSION.....</b>	<b>41</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>50</b>
<b>X. ANEXOS</b>	<b>63</b>
Anexo 1. Encuesta realizada para la presente la investigación.....	64
Anexo 2. Familias y total de individuos registrados durante la época seca y lluviosa respectivamente .....	65
Anexo 3. Promedios de diversidad, riqueza y equidad en las áreas y puntos de muestreo durante las épocas seca y lluviosa .....	66
Anexo 4. Parámetros de calidad de agua: temperatura, salinidad, pH y MO de la época seca (E-S) y lluviosa(E-LL).....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales y equipos usados en el trabajo de campo y laboratorio .....	17
Tabla 2. Localización geográfica de las estaciones de muestreo en el estuario el rio Chone .....	18
Tabla 3. Relación entre la riqueza y diversidad, en las tres zonas de estudio de la época seca y lluviosa. ....	29
Tabla 4. One-Way NPMANOVA de los grupos definidos. En rosado las comparaciones pareadas que alcanzan significación estadística .....	31
Tabla 5. One-Way NPMANOVA para los dos grupos obtenidos a partir del dendograma de la época lluviosa .....	33
Tabla 6. Datos de correlación de la encuesta v/s las variables biológicas de la época seca.	39
Tabla 7. Datos de correlación de la encuesta v/s la variable biológica de la época lluviosa	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cobertura de manglar en el estuario del río Chone en 1968.....	12
Figura 2. Situación del estuario del río Chone en 2006.....	12
Figura 3. Ecosistemas litorales .....	15
Figura 4. Mapa de la zona de estudio: Ecuador, Provincia de Manabí, estuario del río Chone .....	16
Figura 5. Zonificación del estuario Chone: estuario bajo, estuario medio y estuario alto. Estaciones de muestreo (E1-E9).....	19
Figura 6. Esquema de la zona de intermareal del ecosistema de manglar.....	19
Figura 7. Abundancia del macrobentos. ....	24
Figura 8 . Abundancia del macrobentos por Phylum (Mollusca y Anelida) durante las épocas seca (E. S) y lluviosa (E.LL) en las tres zonas de estudio. ....	25
Figura 9. Abundancia del macrobentos por Phylum (Crustacea y Nemertea) durante las épocas seca (E.S) y lluviosa (E.LL) en las tres zonas de estudio. ....	26
Figura 10. Abundancia y riqueza por zonas de muestreo según la época del año.....	27
Figura 11. Diversidad del macrobentos.....	28
Figura 12. Equidad del macrobentos. ....	28
Figura 13. Valores de variables ambientales de la columna del agua del estuario, según la zona y época de muestreo. La zona 1 corresponde al estuario bajo, zona 2 estuario medio y zona tres al estuario alto .....	30
Figura 14. Contenido de materia orgánica (MO) del sedimento .....	30
Figura 15. Dendograma para la época seca (parámetros abióticos y bióticos) con el índice de Bray Curtis.....	31
Figura 16. Análisis de los componentes principales (ACP) para la identificación de las variables.....	32
Figura 17. Correlación de las variables del ACP del CP1 y CP2 época seca.....	32
Figura 18. Dendograma de la época lluviosa (parámetros abióticos y biológicos) con el índice de Bray Curtis .....	33
Figura 19. Análisis de los componentes principales para la identificación de las variables	34
Figura 20. Correlación de las variables del CP1 y CP2de la época lluviosa.....	34

Figura 21. ¿Realiza actividades relacionadas con la extracción de recursos del estuario del río Chone? .....	35
Figura 22. Frecuencia con la que se realizan las actividades .....	35
Figura 23. ¿Cuál es la principal zona de extracción de recursos en el estuario?.....	36
Figura 24. Actividades realizadas como medio de subsistencia.....	36
Figura 25. ¿Cómo valora el nivel de producción del estuario, según los recursos biológicos que colecta? .....	37
Figura 26. ¿Qué hace usted con las especies capturadas que extrae del estuario?.....	37
Figura 27. ¿Qué opina usted(es) del cultivo de camarón?.....	38
Figura 28. ¿Cree usted que el cultivo convencional de camarón ha incidido en la productividad natural del estuario?.....	38
Figura 29. ¿Cómo ha sido la incidencia de la actividad de la acuicultura en el estuario?...	39
Figura 30. P- valor de la abundancia de la época seca v/s número de personas encuestadas .....	39
Figura 31. P- valor de la abundancia de la época lluviosa v/s número de personas encuestadas .....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada para la presente la investigación .....	64
Anexo 2. Familias y total de individuos registrados durante la época seca y lluviosa respectivamente .....	65
Anexo 3. Promedios de diversidad, riqueza y equidad en las áreas y puntos de muestreo durante las épocas seca y lluviosa .....	66
Anexo 4. Parámetros de calidad de agua: temperatura, salinidad, pH y MO de la época seca (E-S) y lluviosa(E-LL).....	67

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la acuicultura de camarón marino sobre macrobentos en áreas de manglares del estuario del río Chone en Ecuador. El estuario fue zonificado en tres secciones con diferentes niveles de incidencia acuícola: estuario bajo, medio y alto con actividad acuícola baja, moderada y alta. El muestreo se realizó en agosto de 2017 (época seca) y febrero de 2018 (época de lluvias), se recolectaron un total de 3168 organismos macrobentónicos, 1428 corresponden a la época seca y 1470 a la época de lluvias. El análisis taxonómico permitió identificar 4 filos, 8 clases y 38 familias, los Phylum Mollusca y Anelida fueron más abundantes en relación a los filos Arthropoda y Nemertea. Paralelamente a la recolección del macrobentos en ambas temporadas se analizaron los parámetros de calidad del agua como: temperatura ( $^{\circ}$  C), pH, salinidad (ppt), oxígeno disuelto (mg / L) y la materia orgánica del sedimento, los resultados del oxígeno y la salinidad mostraron una notable disminución durante la temporada de lluvias a lo largo del estuario.

El uso de una encuesta como herramienta adicional, permitió conocer la apreciación negativa de los grupos de pescadores artesanales de la zona sobre la industria camaronera.

A pesar del uso de varias herramientas como grupos taxonómicos, análisis de la calidad del agua y sedimentos y el uso de la encuesta, no fue posible ver un resultado claro para tomar decisiones y definir si la acuicultura de camarón marino afecta o no la estructura de la comunidad de macrobentos en el estuario del río Chone, por lo que es necesario recomendar monitoreos y estudios adicionales por parte de las entidades correspondientes.

Palabras clave: macrobentos, ecosistema de manglar, acuicultura, estuario.

## ABSTRACT

The effect of marine shrimp aquaculture on macrobenthos in mangrove areas of the Chone River estuary in Ecuador was evaluated. The estuary was zoned into three sections with different levels of aquaculture incidence: low, medium and high estuary with low, moderate and high aquaculture activity. Sampling was carried out in August 2017 (dry season) and February 2018 (rainy season), a total of 3168 macrobenthic organisms were collected, 1428 correspond to the dry season and 1470 to the rainy season. The taxonomic analysis allowed to identify 4 edges, 8 classes and 38 families, the Phylum Mollusca and Annelida were more abundant in relation to the edges Arthropoda and Nemertea. Parallel to the collection of the macrobenthos in both seasons the water quality parameters were analyzed such as: temperature ( $^{\circ}$  C), pH, salinity (ppt), dissolved oxygen (mg / L) and the organic matter of the sediment, the results of the Oxygen and salinity showed a noticeable decrease during the rainy season along the estuary.

The use of a survey as an additional tool, allowed to know the negative appreciation by the artisanal fishermen groups of the area about the shrimp industry.

Despite the use of several tools such as taxonomic groups, analysis of water and sediment quality, and the use of the survey, it was not possible to see a clear result to make decisions and define whether or not marine shrimp aquaculture affects structure of the macrobenthos community in the estuary of the Chone River, for which it is necessary to recommend additional monitoring and studies by the corresponding entities.

Keywords: macrobenthos, mangrove ecosystem, aquaculture, estuary.

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad del cultivo de camarón en Ecuador tiene sus inicios por la década de los 60, se desarrolló principalmente en las cercanías de Santa Rosa provincia de El Oro y para 1974 ya se contaba con alrededor de 600 ha dedicadas al cultivo de este crustáceo (FAO 2005). Esta actividad se basó en la apropiación de espacios salinos costeros continentales e insulares con bosques de manglar, lo cual ha generado graves secuelas socio-ambientales comprometiendo el flujo de los servicios ecosistémicos producidos por los manglares. Gran parte de los ecosistemas marino – costeros se han visto afectados por las diversas actividades humanas, las cuales provocan una gran perturbación y cambio en la estructura de la biodiversidad del ambiente, conllevando a una reducción de la composición de individuos que forman parte de estos sistemas, sin embargo, la misma naturaleza puede llegar a modificar el entorno.

Los ecosistemas de manglar están constantemente expuestos a impactos naturales y antrópicos (Menéndez 2000). La provincia de Manabí es la segunda a nivel nacional dedicada a la producción de camarón marino, en particular el estuario del río Chone es una de las zonas de mayor concentración de estanques de cultivo, experimentando cambios de alto nivel ecológico por la tala de manglares y construcción de piscinas que significaron grandes cambios paisajísticos con un importante impacto ecológico.

El desarrollo de las camaroneras ha sido cuestionado por algunos sectores de la sociedad civil, que en múltiples oportunidades han advertido sobre los riesgos asociados a los profundos cambios que se ha producido en el perfil costero, y ha señalado cómo dicho desarrollo ha afectado la producción de bienes y servicios de los estuarios y ecosistemas de manglar (Caddy & Griffiths 1996), ha impactado en los medios de vida y costumbres de subsistencia de los habitantes de las comunidades ubicadas en estos ambientes naturales (Pappuccio de Vidal 2004; Román 2001; Greenpeace 2003), principalmente en la disminución de los recursos pesqueros en los cuerpos de aguas y reducción de la recolecta de macroinvertebrados bentónicos como cangrejos y bivalvos.

En Ecuador en el año 2008 el ex presidente de la República Rafael Correa Delgado expide el decreto legal N° 1391 que regula el uso de suelo para el desarrollo de la acuicultura de camarón, la cual establece que, para ser poseedor de granjas de cultivo, el productor debe considerar áreas de manglar dentro de su sistema de estanques para ello se recomienda la siembra, reforestación de bosque de mangle como mecanismo de compensación ambiental y para la conservación y manejo de la fauna y vida silvestre del cual dependen de estos ecosistemas. A pesar de la existencia de esta normativa y de las intensas actividades de reforestación evaluación y seguimiento de la dinámica forestal de los manglares, son escasos los estudios de valoración del cómo se han comportado las comunidades que hacen del manglar un ecosistema en sí. Independientemente del origen, es necesaria una evaluación constante, sobre todo en ambientes que son severamente explotados.

Al respecto, se han realizado varios estudios sobre la importancia de los ecosistemas de manglar en las comunidades tradicionales (Veitch 1996; Armitage 2002; Cuoco 2005; Ocampo-Thomason 2006; Collins 2010), a pesar de que los impactos a la biodiversidad son indiscutibles, dentro de la costa de Ecuador, ningún estudio ha medido la influencia de la expansión de la acuicultura comercial en los ecosistemas de manglar, los medios de vida locales o la seguridad alimentaria, esta actividad ha alterado un sistema complejo, por tanto conlleva a meditar sobre cuál es el estado del manglar y del bentos (Hamilton 2011).

Para evaluar en qué condiciones se encuentra un ambiente en particular se ha establecido un grupo de indicadores que proporcionan una medida de la calidad del ecosistema, los que pueden estar relacionados con las características biológicas y físicas tanto del líquido como del sedimento, así como con elementos socioeconómicos asociados con el hombre o el manejo del ecosistema. Entre las características necesarias de un buen indicador se incluyen: que sea fácilmente medible, preciso, consistente, sensible a los cambios y simple (Fonseca 2010).

El macrobentos, usado como indicador biológico muestra las eventuales modificaciones que el sistema sufre. Al estar presentes durante un período relativamente prolongado en cierto ambiente, su presencia, ausencia, abundancia o condición pueden ser un reflejo de la calidad del mismo (Boccardi 2012). Bajo este contexto, el objetivo general determinar el efecto de

la acuicultura de camarón marino, sobre las comunidades macrobentónicas en zonas de manglar del estuario del río Chone.

Además, se determinaron objetivos específicos:

- Describir los patrones de distribución espacial de la abundancia y diversidad del macrobentos en el estuario del río Chone.
- Describir las condiciones del sedimento (materia orgánica) y del agua (pH, salinidad, temperatura) del estuario, para determinar el efecto de las camaroneras en el ecosistema.
- Evaluar la percepción de las asociaciones pesqueras sobre el impacto de la acuicultura en las comunidades macrobentónicas.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. LA ACUICULTURA DE CAMARÓN EN EL ECUADOR**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 1999), la acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos en aguas salobres o marinas, en estanques o jaulas flotantes, dicha actividad se inicia en Ecuador por los años 60, aunque su verdadera expansión se dio por los años 70 en las provincias de El Oro y Guayas, donde la disponibilidad de salitres y la abundancia de postlarvas en la zona hicieron de esta actividad un negocio rentable. La importancia comercial de la acuicultura ha crecido de manera acelerada en las costas tropicales y subtropicales del mundo desde 1985. La demanda internacional de productos marinos y el progreso tecnológico son las principales causas de este fenómeno (Peña 2009).

En Ecuador, el camarón es el segundo producto no petrolero de mayor exportación después del banano, durante el 2013 se exportaron 474,236 libras de este crustáceo que equivalen a USD 1 620 millones, el buen momento que atraviesa el camarón ecuatoriano se cimenta sobre dos sucesos: los precios que se han duplicado desde el 2010 y el incremento del volumen de la producción. En Manabí, de 15.000 hectáreas registradas en 1998 ahora cuenta con unas 23.500. En esta provincia de Manabí, las piscinas camaroneras están ubicadas sobre el estuario del río Cojimíes (16.000 hectáreas), en el estuario del río Chone (5.000), río Jama (1.500) y río Portoviejo (250). Según Miguel Uscocovich, presidente de la Asociación de Camaroneros de Manabí (ACM) menciona que "Los recursos que llegan, se reinvierten en la infraestructura tanto de camaroneras como de empacadoras", en este buen escenario, los productores trabajan en el reforzamiento de los muros de las piscinas, mejoramiento de las zonas de compuertas por donde ingresa y sale el agua que es captada desde el estuario. Para Uscocovich lo primordial en estos momentos, "es aprovechar que hay un poco más de recursos, con ello se protege la infraestructura especialmente de las piscinas. No podemos esperar que llegue un fenómeno de El Niño y quedar a merced de las crecientes de los ríos y

así perder la inversión como sucedió hace 15 años" (el comercio. com/enlace: <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-nacional-camaron-refloto-fuerza.html>).

Socialmente, esta actividad es de gran impacto en la economía ecuatoriana puesto que cerca del 60% de los empleos generados se dan en zonas marginales del país; permitiéndoles tener a un número de sus habitantes infraestructura básica y salarios estables. El 80% de los trabajadores en las plantas empacadoras son mujeres, brindándoles un mayor ingreso a sus familias (Pérez & Armendáriz 2006).

La elevada y rápida rentabilidad de esta industria ha generado grandes innovaciones tecnológicas y de comercialización en los últimos treinta años, y el desarrollo de la misma ha traído efectos positivos y negativos debido al vertiginoso crecimiento de la producción para satisfacer la creciente demanda de este producto (Marriott & Baquero 2003). Según Tobey *et al.* (1998) indican que, los impactos potenciales al medio ambiente provocados por la acuicultura pueden darse en dos fases: durante la ubicación, diseño y construcción de las piscinas, y durante la operación de las mismas. Es así que el sector camaronero se ha desarrollado entre aspectos positivos y negativos que ha generado altas y bajas en el desempeño de la industria tanto en su capacidad para generar ingreso de divisas como para mantener plazas de trabajo (Marriott & Baquero 2003).

La industria camaronera representa una importante rama de la producción alimentaria mundial y constituye una elemental fuente de proteínas, empleo e ingresos, siendo la base del sustento de una gran parte de la población del planeta; pero precisamente debido a ello, ha crecido muy aceleradamente, agravándose fundamentalmente en cuanto a la superficie total de explotación, lo que ha provocado un serio desequilibrio entre la explotación por parte del hombre y la naturaleza (Fonseca 2010).

## **2.2. IMPACTO DE LA ACUICULTURA AL AMBIENTE.**

Generalmente, las actividades humanas producen cambios en los ecosistemas, los que muchas veces generan efectos adversos en el medio ambiente. En ese contexto la acuicultura, al igual que otras actividades económicas, usa y transforma los recursos en productos con un

valor económico y social. Al hacerlo produce desechos que, a su vez, requieren de otros servicios ambientales para ser asimilados o reciclados (Berg *et al.* 1996).

La práctica habitual de la acuicultura implica el uso de agentes químicos como antibióticos, fungicidas y compuestos antiparasitarios (Buschmann 2001). En sus inicios la acuicultura de camarón en Ecuador era realizada de manera rudimentaria, se solía usar químicos como el cloro, Rotetona, ácido muriático, sosa cáustica, formol, amonio cuaternario, verde malaquita, Trefflan, cloranfenicol, oxitetraciclina, furazolidona, Rommel 30, Sarafin, entre los más conocidos de más de 20 de estos químicos, muchos de ellos tóxicos y no autorizados por la FDA, debido a que no poseen una naturaleza biodegradable. Por ello, los usos intensivos y en muchos casos empíricos de estos químicos en la acuicultura, pueden provocar una sobresaturación de los ambientes de cría y microorganismos patógenos resistentes a ellos (Villamar 2000).

La acuicultura se considera como una fuente muy importante en la producción de alimentos, sin embargo, la construcción de grandes estanques o jaulas acuícolas que demandan el uso de enormes cantidades de agua, pueden llegar a tener implicaciones reales e impactar los cuerpos receptores (ríos, lagos, presas, lagunas, entre otros) y afectar a los organismos que ahí viven por la adición de concentrado comercial, medicamentos para control de enfermedades y acumulación de materia orgánica en general, que proporcionan elevadas cargas de contaminantes ricas en fósforo, potasio y nitrógeno ocasionando graves consecuencias por procesos de eutrofización (Ovando 2014; FUNIBER 2010).

El abuso de los antibióticos ha dado lugar a la aparición de bacterias resistentes en las poblaciones microbianas, los antibióticos persisten en el sedimento y en los ambientes acuáticos por varios meses después de su administración y pueden afectar a las comunidades bacterianas sedimentarias y alterar la circulación biogeoquímica de elementos tales como carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y modificar la velocidad de degradación de la materia orgánica (Espinosa & Bermúdez 2012). Samuelsen (1989) y Hektoen *et al.* (1995) reportaron que aproximadamente del 70 al 80% del antibiótico empleado en las terapias de los organismos en cultivo se queda en el ambiente y en el sedimento y que un alto porcentaje de este posee actividad antibacterial y sus residuos son muy persistentes bajo ciertas condiciones, con una vida media que excede los cien días.

### 2.3. ESTUARIO

Los estuarios son cuerpos de agua donde la desembocadura de un río se abre a un ecosistema marino, con una salinidad entre dulce y salada, o donde el agua de mar se diluye significativamente con el agua dulce que proviene del drenaje terrestre. En estos ecosistemas existe un gran intercambio de materiales como el agua, la salinidad, los nutrientes, los sedimentos y los organismos vivos. Estas características, permiten que se presente una gran diversidad de ambientes o hábitats. En geografía un estuario es la parte más ancha y profunda de la desembocadura de un río en el mar abierto o en el océano, generalmente en zonas donde las mareas tienen amplitud u oscilación. La desembocadura en estuario está formada por un solo brazo ancho y profundo en forma de embudo ensanchado. Suele tener playas a ambos lados, en las que la retirada de las aguas permite el crecimiento de algunas especies vegetales (Boltovskoy 1981).

A lo largo de la costa ecuatoriana se mencionan que existe varios estuarios, es en la provincia de Manabí donde se ubica el estuario del río Chone, en el cual existen dos áreas protegidas el Refugio de Vida Silvestre “La Isla Corazón y las Islas Fragatas” y el humedal La Segua. Coello & Macías (2006) mencionan que el estuario del río Chone ha soportado por décadas los impactos de acciones antropogénicas, describen principalmente nueve efectos:

- a. Conversión de áreas salinas y manglares a camaroneras (82% de los manglares y todas las salinas fueron transformadas en camaroneras).
  - Consecuencias: La actual cobertura de manglares es mínima lo que reduce las capacidades de depuración del estuario, de retener sedimentos, y de sustentar recursos como peces, guariches (*Ucides occidentalis*), conchas (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*), y aves.
- b. Reducción del área estuarina por rellenos e instalación de camaroneras dentro del estuario.
  - Consecuencia: Reducción de hábitat para los recursos bioacuáticos.
- c. Deforestación de las laderas circundantes.
  - Consecuencia: Mayor vulnerabilidad a la erosión y consecuentemente sedimentación del lecho del estuario, especialmente en inviernos fuertes o eventos El Niño.
- d. Recepción de aguas servidas de las poblaciones circundantes y de aguas arriba.
  - Consecuencia: Contaminación de las aguas y recursos del estuario.

e. Recepción de agroquímicos empleados aguas arriba en la cuenca del Río Chone y microcuencas circundantes.

- Consecuencia: Contaminación de las aguas y recursos del estuario.

f. Mortalidad de larvas y juveniles de especies bioacuáticas como pesca acompañante de la captura de post-larvas de camarón.

- Consecuencia: Reducción de poblaciones de especies bioacuáticas comerciales y no comerciales.

g. Descarga de aguas con altas concentraciones de nutrientes y salinidad de las camaroneras.

- Consecuencias: La carga de materia orgánica al estuario incrementa el consumo de oxígeno en la columna de agua [i.e., alta Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)] y consecuentemente genera una baja del oxígeno disponible para los organismos. También se genera acumulación de materia orgánica en el sedimento, lo que a su vez produce fondos anóxicos que son hostiles para la fauna bentónica. La descarga de aguas con alta concentración de sales incrementa la salinidad dentro del estuario y en verano (i.e., cuando hay reducida entrada de agua dulce y alta evaporación) refuerza la inversión salina. La construcción de la nueva presa de Simbocal debería ayudar a diluir los contaminantes asegurando un aporte fresco de agua dulce al estuario durante el verano.

h. Taponamiento del río en el área de Simbocal.

- Consecuencias: Reducción del flujo de agua dulce hacia el estuario durante la época seca del año (lo que acentúa la inversión salina del estuario) y aporte de sedimentos al lecho estuarino con la consecuencia de mayor asolvamiento en los canales del estuario interior (Altamirano *et al.* 2002). Adicionalmente alteración de los ciclos biológicos de especies que se desplazan entre el estuario y los humedales adyacentes (e.g., Chame).

i. Introducción de patógenos (e.g., Virus de la mancha blanca) y especies exóticas (e.g., Tilapia) al sistema estuarino.

- Consecuencias: La introducción de patógenos al sistema estuarino afecta poblaciones silvestres. Se conoce que el virus de la mancha blanca afecta a varias especies de crustáceos, pero no se ha cuantificado el nivel de afectación a las poblaciones

silvestres del estuario. La introducción de *Tilapia* alteró la estructura de las comunidades biológicas en el estuario interior y los humedales adyacentes (Altamirano & Gastezzi 2000; Altamirano *et al.* 2002).

El deterioro del estuario ha sido documentado por varios autores (Almeida-Guerra 2002; Arriaga *et al.* 1998; Coello *et al.* 1993; PMRC 1993). Los indicadores de calidad de agua permiten comprender la dinámica y alteraciones del estuario. Existe información sobre la calidad del agua del estuario del Río Chone, aunque está bastante dispersa y no se tienen series de tiempo. Las Universidades del área no tienen programas de monitoreo de la calidad del agua, aunque hay unas pocas tesis sobre el tema (Castillo 2003; Cuenca 2002; Paredes 2011; Delgado 2015; Castillo 2018).

#### **2.4. ECOSISTEMAS DE MANGLAR**

Se consideran a los manglares como ecosistemas estratégicos debido a la gran cantidad de bienes y servicios ambientales que ofrecen. Son hábitat de gran variedad de mamíferos, aves, reptiles, peces, moluscos, insectos y microorganismos (Field 1996), pueden proveer protección a las zonas costeras dispersando la energía generada por tempestades, oleadas y vientos fuertes (Field 1996; Dahdouh-Guebas *et al.* 2005; Alongi 2008).

La biota del manglar en la costa ecuatoriana está representada por 5 familias, 6 géneros y 7 especies de árboles: RHIZOPHORACEAE *Rhizophora mangle* y *R. Harrisonii*, VERBENACEAE *Avicennia germinans*, COMBRETACEAE *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*, LEGUMINOSAE *Mora oleífera* y THEACEAE *Pelliciera rhizophorae*. Con una fauna y flora acompañante de: 45 especies de aves, 15 especies de reptiles, 17 especies de crustáceos, 70 especies de moluscos, alrededor de 100 especies de peces y, más de 17 especies de epifitas entre orquídeas y bromelias (Dixon 1983; Lajones 1990; Zambrano 1990; ACTMANG 1995 y DIGMER 1994: Citados por Boderó 2005).

Los manglares constituyen un importante recurso forestal en toda la banda intertropical del planeta. Son los árboles que sostienen la biodiversidad de los ecosistemas costeros tropicales, en los humedales forestados intermareales y áreas de influencia tierra adentro (Yáñez-Arancibia *et al.* 1998). Se le añade su valor relacionado como medios de subsistencia para los moradores costeros (Boderó 2005). A nivel biológico, tienen un papel importante en el

ciclo del carbón dado que son consumidores de CO<sub>2</sub> y fuentes de carbón oceánico (Duke *et al.* 2007).

De acuerdo con la FAO (2007), a nivel mundial los manglares ocupaban una extensión aproximada de 18,8 millones de hectáreas en el año 1980, la cual disminuyó a 15,5 millones de hectáreas en 2005, significando una pérdida de 3,6 millones de hectáreas, correspondientes al 20% del área total ocupada por estos ecosistemas. Situación alarmante que despertó el interés por proteger este tipo de ecosistemas.

Las pérdidas por cobertura de manglar en Ecuador entre 1969 y 2001 para las provincias de Esmeralda, Manabí y Guayas fue 15%, 70% y 13 %, respectivamente (Bodero 2005). Durante el período de 1990-2000 la región Costa presentó la mayor tasa de deforestación anual de 37.967 ha/año. Posterior a ellos entre el 2000 – 2008 la región Costa seguía mostrando mayores tasas de deforestación, con un valor de 25.481 ha/año (MAE 2012). Todo esto a pesar que la legislación nacional prohibía la tala de manglares desde 1974, es en los períodos de 1960-1990 es en los cuales se expande y desarrolla la industria camaronera, que a pesar de no ser no es la única causa, es la principal responsable de la mayor deforestación de manglares de la historia en Ecuador.

En un principio se estableció en áreas salinas e islotes cerca de la playa, pero como se trata de un negocio muy rentable, pronto se expandió a tierras agrícolas y zonas de manglar, donde las condiciones permitían un rápido y lucrativo desarrollo. Por eso, entre las décadas de 1980 y 1990, se produjo un boom camaronero que generó una rápida y extendida destrucción de manglares en América Latina, el Caribe y Asia (Romero 2014).

La situación de conservación del bosque de manglar en Ecuador es el siguiente:

- *Provincia de Esmeralda, Zona norte:* estuario de los ríos Santiago Cayapas-Mataje, están en la *categoría de relativamente estable*, con la presencia de algunas amenazas de valor medio provocadas por la construcción de piscinas camaroneras, expansión de centros poblados, expansión agrícola ganadera, explotación maderera, extracción de madera para carbón y construcción de infraestructura de puertos y vías (Olson 1996).

- *Provincia del Guayas, Golfo de Guayaquil*: en la *categoría de peligro*, con la presencia de algunas amenazas de valor alto provocadas por la construcción de piscinas camaroneras, expansión de centros poblados, elevado uso de pesticidas, intensa explotación de mariscos y construcción de infraestructura de puertos y vías (Olson 1996).
- *Provincia de Manabí estuario del río Chone*: en *categoría crítico*, provocadas por la construcción de piscinas camaroneras, turismo, construcción de represas, explotación de mariscos (Olson 1996).

Datos de análisis del CLIRSEN (2001), mencionan que la provincia de Manabí de la región Costa del litoral ecuatoriano es la que mayor pérdida de manglar ha tenido (>70% de su cobertura), siendo su estado de conservación crítico. En relación a esto Hamilton (2011), menciona que, en 1968 el estuario estaba compuesto por 4,238 ha de manglares y 4,506 ha de otras coberturas terrestres, incluidas aguas superficiales, salinas y planicies (Figura 1), además que entre 2001 y 2006 presentó uno de recuperación de manglares, la superficie de cultivo de camarón aumentó solo una cantidad nominal de 5.117 ha a 5,191 ha (Figura 2). A diferencia de los períodos anteriores, los manglares también aumentan en 430 ha, desde un mínimo de 1.035 ha hasta 1.465 ha. Casi toda esta expansión de manglares durante este período está asociada con la Isla Corazón en el centro del estuario. Para el año 2006, la cobertura de manglares aumento un 36% de la cubierta forestal de nivel básico desde un 24% en 2001.

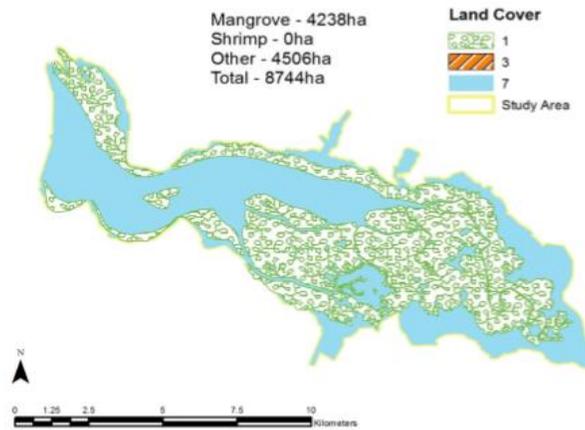


Figura 1. Cobertura de manglar en el estuario del río Chone en 1968

Fuente: Hamilton (2011)

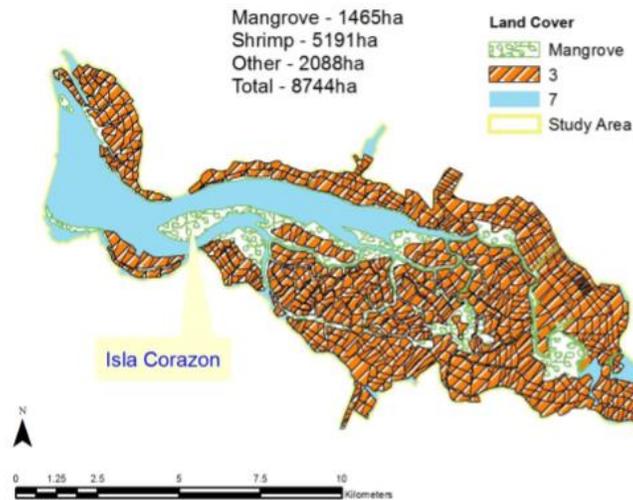


Figura 2. Situación del estuario del río Chone en 2006

Fuente: Hamilton (2011)

Desde sus inicios los impactos ambientales generados a los manglares, han ocasionado cambios en la cobertura inicial, estructuras de comunidades biológicas, aumento y disminución del caudal de agua, así como también la sedimentación que modificó la geografía inicial del perfil costero. Estos cambios producen variaciones en la composición, riqueza y abundancia de la biota acuática y por lo consiguiente provocan el desequilibrio del ecosistema (Hurtado *et al.* 2005). La restauración, a pesar de ser la estrategia más implementada dentro de la gestión ambiental, ha tenido que enfatizarse en la reforestación de manglares sin evaluar primero las causas de la pérdida de los ecosistemas y sin considerar

las oportunidades de que el bosque se recupere sólo. La restauración de los manglares a través de la regeneración natural es relativamente económica y su mantenimiento requiere de pocas labores. Además, la regeneración natural lleva a un mejor desarrollo de las raíces en las etapas tempranas y causa menos disturbios sobre el suelo (Walters *et al.* 2008).

Como indican Capote-Fuentes *et al.* (2005) la regeneración de la vegetación de manglar sea espontánea o mediante restauración, es vital para que se manifieste la resiliencia y se garantice la continuidad de sus funciones ecológicas. Esto es básico para asegurar los servicios que la humanidad recibe de estos ecosistemas.

## **2.5. COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS**

El macrobentos está formado por aquellos invertebrados acuáticos que habitan en el sustrato fangoso o rocoso, que a lo largo de su ciclo de vida alcanzan un tamaño superior a 0,200 mm, poseedoras de varias propiedades o características como son: su elevada diversidad taxonómica, lo que le permite presentar un amplio espectro de respuestas a las perturbaciones humanas; su naturaleza sedentaria y los largos ciclos de vida de algunos grupos, que permiten el seguimiento espacial y temporal de las alteraciones; además su muestreo es sencillo y barato (García de Jalón & González del Tánago 1986; Camargo 1993; Allan 1995; Alonso *et al.* 2005). La macrofauna o macrobentos incluyen a crustáceos, moluscos y poliquetos que se consideran los más frecuentes, aunque existen otros grupos menos frecuentes como equinodermos, cnidarios, sipuncúlidos, nemátodos, insectos y peces (Defeo & McLachlan 2013).

La existencia de una población numerosa es síntoma de que hay abundantes recursos alimenticios, los cuales proceden de distintas fuentes. A lo ancho de la orilla se establece un gradiente de condiciones ambientales, los requisitos para la vida al aire y en el agua son tan distintos que no existe ningún organismo que esté igualmente bien adaptado para vivir en cualquier nivel de la orilla (Flores 2004).

El macrobento juega un papel ecológico clave en tramos de cabecera, debido a que muchas especies emplean los restos vegetales como fuente de alimento, lo que permite el funcionamiento de otros niveles tróficos y de los tramos fluviales inferiores (Cummins 1974; Vannote *et al.* 1980). La división ecológica del bentos se diferencia en dos grandes sistemas:

el sistema litoral y el sistema batial o profundo. Sin embargo, para fines de esta investigación se describe de manera particular las características propias del área litoral.

El sistema litoral (Figura 2) se extiende desde la zona de humectación marina hasta el borde de la plataforma continental, es posible diferenciar varios pisos:

- *Piso supralitoral*, el límite inferior está dado por la línea que alcanza la pleamar, cubriéndolo eventualmente siendo el límite superior difícil de determinar. En este piso los organismos que se encuentran son aquellos que necesitan emersión total. Existe humedad, pero no verdadera inmersión, salvo durante las mareas extraordinarias o por grandes olas debidas a tempestades.
- *Piso mesolitoral*, se extiende desde el límite inferior del supralitoral hasta la línea de bajamar. Se producen inmersiones y emersiones continuas y se instalan poblaciones que soportan estos movimientos. Los animales y vegetales que viven en las costas entre los niveles alcanzados por las mareas están sometidos dos veces al día a la alternancia de la desecación y la inundación, deben realizar vida acuática alrededor de 6¼ horas durante la pleamar y aérea otras 6¼ horas coincidiendo con la bajamar y así sucesivamente. Como la marea alta y la baja se retrasan una hora cada día aproximadamente, queda expuesta en forma sucesiva a todas horas del día y de la noche. Así por ejemplo un organismo que habita en las proximidades del límite superior de las mareas, queda recubierto por las aguas sólo durante un breve período, en cambio aquellos que viven en el límite inferior, quedan expuestos al aire durante un corto espacio de tiempo. Esta es una zona densamente poblada por animales y plantas que no pueden desplazarse (algas, mejillones, almejas) pero a la vez cuando baja la marea es visitada por aves y otros animales que comen principalmente de noche. Durante la pleamar peces, cangrejos y otros animales de zonas más profundas, permanecen allí y luego se retiran. Se encuentra gran cantidad de materia orgánica (detritos resultantes de la destrucción de algas y desintegración de animales muertos), abundancia de organismos planctónicos. Existe de este modo una zonación de las especies animales y vegetales.

- *Piso infralitoral*, tiene como límite superior el nivel de las bajas mareas y como inferior la zona límite de las algas fotófilas. Este límite es variable dependiendo de la transparencia del agua, puede llegar a – 3 de 4 – 20 o 30 metros, este límite varía con la latitud, desde 15-20m en las altas latitudes, hasta los 80m en las bajas. <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/botanicageneral/wpcontent/uploads/2009/02/SALIDA-DE-PLAYA.pdf>



Figura 3. Ecosistemas litorales

Fuente: <https://litoralesluisv.weebly.com/>

Los organismos del macrobentos, se encuentran entre los más ampliamente utilizados en estudios de impacto ambiental y monitoreo, debido a su ocurrencia, movilidad relativamente baja, gran importancia para el funcionamiento y estructuración del ecosistema y sensibilidad a las perturbaciones ambientales. Estas características los colocan como efectivos indicadores de la calidad integrada de los ambientes marinos (Muniz *et al.* 2013).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.ÁREA DE ESTUDIO

El estuario del río Chone (Figura 4) está ubicado al norte de la provincia de Manabí (latitud sur  $0^{\circ}38'39.94''$ , longitud oeste  $80^{\circ}23'37.32''$ ) y se forma por la confluencia de los ríos Carrizal y Chone, recibe también descargas de varias microcuencas ubicadas en sus márgenes, tiene una longitud de 30 km con un ancho que varía entre 3 km en su parte más ancha y 15 m en la boca del río Chone cerca de la localidad de Simbocal. En sus riberas colindan los cantones: Sucre, San Vicente, Chone y Tosagua, se caracteriza por poseer un clima tropical árido a semiárido, presenta estaciones de lluvia y sequía muy marcadas, de diciembre a mayo se concentran las lluvias y el resto del año corresponde a una época de sequía, se estima que presenta una precipitación promedio anual de 1070 mm, así también se conoce que la temperatura máxima que presenta es de  $32^{\circ}\text{C}$  y la mínima es de  $13^{\circ}\text{C}$  (Inocar 2012). Existen dos áreas protegidas en el estuario, el Refugio de Vida Silvestre “La Isla Corazón y las Islas Fragatas” y el humedal La Segua que es sitio Ramsar desde el año 2000 (Coello & Macías 2006).

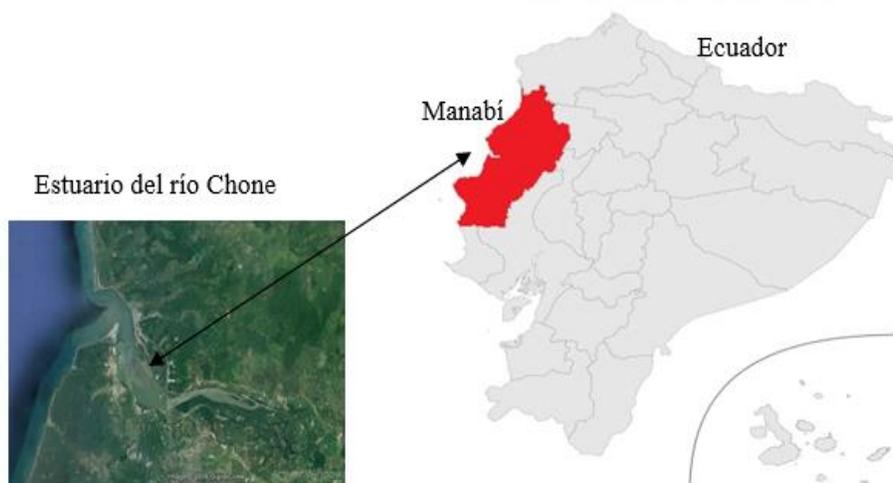


Figura 4. Mapa de la zona de estudio: Ecuador, Provincia de Manabí, estuario del río Chone

### 3.2.MATERIALES Y EQUIPOS

En la Tabla 1, se presenta los principales materiales que se utilizaron en la etapa de campo y laboratorio de esta investigación.

Tabla 1. Materiales y equipos usados en el trabajo de campo y laboratorio

<b>Equipos</b>	Medidor multiparámetros HI9829
	Cámara fotográfica Sony Model DSC-W710
	Estereomicroscopio OLYMPUS
	Impresora
	Computador marca Hp
	GPS Garmin
<b>Materiales</b>	“Tubo penchaszadeh” de 35 cm de altura diámetro interno 18,5 cm, con dos sujetadores de ½” de acero inoxidable con red de 500 µm
	"Bolsa tamiz" para muestreo de macroinvertebrados, de 500 micras de 0,5 m de largo, 40 cm de ancho con drisa para el cierre de la bolsa
	Bolsas ziploc
	Cinta adhesiva
	Formalina al 10%
	Eosina
	Hojas de papel bond
	Lápiz
	Caja petri

### 3.3.DISEÑO DE MUESTREO

El trabajo de campo se programó utilizando la tabla de mareas obtenida del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). Considerando que el área de estudio se inunda dos veces al día debido a la influencia de la marea, los muestreos se realizaron siempre en marea baja.

Se zonificó el estuario en tres zonas de acuerdo a los diferentes niveles de incidencia acuícola: **estuario bajo** con la menor incidencia, **estuario medio** de incidencia moderada y **estuario**

**alto** con una mayor actividad acuícola en términos de empresas camaroneras dedicadas al cultivo (Fig.5 y 6). En cada zona (bajo, medio y alto) se establecieron 3 estaciones, en el estuario bajo (E1, E2 y E3), medio (E4, E5 y E6) y alto (E7, E8 y E9) (tabla 2), dentro de las cuales se llevaron a cabo los muestreos, los mismos que se realizaron mediante transectos perpendiculares al canal del estuario con tres réplicas en cada estación. Los muestreos se realizaron en agosto de 2017 correspondiente la temporada seca y febrero de 2018 a la temporada lluviosa.

Tabla 2. Localización geográfica de las estaciones de muestreo en el estuario el rio Chone

Zonas	Características de las zonas	Estaciones	Coordenadas	
			N	W
Estuario bajo	*Próxima a la intercepción del agua de mar. *Mayor asentamiento poblacional. *Ligera actividad camaronera.	E1	0°36'38.48"S	80°24'19.20"O
		E2	0°37'37.05"S	80°23'40.69"O
		E3	0°38'7.16"S	80°25'0.24"O
Estuario medio	*Se ubica el REVISICOF. *Mayor actividad camaronera. *Actividad agrícola a pequeña escala. *Asentamiento poblacional zona rural.	E4	0°38'38.00"S	80°22'57.61"O
		E5	0°38'30.33"S	80°22'7.88"O
		E6	0°39'11.01"S	80°21'40.90"O
Estuario Alto	*Próximos a los vertidos de los ríos carrizal y Chone, regulados por la Represa Simbocal en el sector "La Estancilla". *Mayor actividad Camaronera *Actividad agrícola y ganadera, de la zona rural.	E7	0°38'54.25"S	80°20'16.17"O
		E8	0°39'3.23"S	80°18'41.54"O
		E9	0°39'14.17"S	80°17'49.67"O



Figura 5. Zonificación del estuario Chone: estuario bajo, estuario medio y estuario alto. Estaciones de muestreo (E1-E9).

Fuente: Elaboración propia con Google Earth

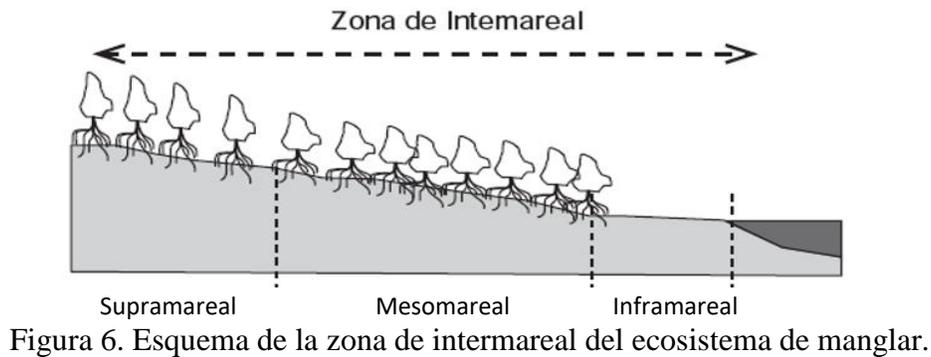


Figura 6. Esquema de la zona de intermareal del ecosistema de manglar.

Fuente: Cabanillas *et al.* (2016).

La muestra bentónica se obtuvo introduciendo en el sedimento un “tubo penchaszadeh” hasta aproximadamente 30 cm, la cual fue tamizada *in situ* con una bolsa tamiz de abertura de malla de 500  $\mu\text{m}$ , el macrobentos retenido fue fijado con formol al 7%. Paralelamente, se tomó una muestra de sedimento para el análisis de materia orgánica en cada punto.

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de Ecología de Procesos del Departamento Académico de Biología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con el uso de un estereoscopio.

Cada muestra fue puesta en una bandeja y se procedió a clasificar y separar todos los organismos, se realizó el conteo e identificación hasta el nivel de familia con la ayuda de la clave taxonómica, propuesta por Boltovskoy (1981), Brusca (1980) y Fauchald (1977). Para la determinación de morfoespecies de Nemertea, se usó el trabajo de Thiel & Norenburg (2009) y para Molusca Brito (2017), Penagos (2013) y Keen (1971). Además, se hicieron consultas a especialistas en grupos específicos del macrobentos.

### **3.4.DESCRIBIR LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DEL MACROBENTOS EN EL ESTUARIO DEL RÍO CHONE.**

#### **3.4.1. Abundancia relativa del macrobentos.**

Se calculó la abundancia relativa y densidad del macrobentos con las siguientes formulas:

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{número de individuos de un taxa}}{\text{número total de individuos de todas las taxas}} \times 100$$

$$\text{Densidad} = \frac{\text{número de individuos}}{\text{área (m}^2\text{)}}$$

Se procedió a calcular el número de organismos encontrados en la muestra por el área del tubo en m<sup>2</sup>, el resultado se expresó como número de individuo por m<sup>2</sup>.

#### **3.4.2. Diversidad macrobentónica**

Uno de los índices utilizados para medir la biodiversidad específica de una comunidad es el Índice de Shannon-Wiener (H'). Este índice toma en cuenta la riqueza de especies (número de especies en el área de estudio), y la abundancia de las mismas (número de organismos por especie).

Este índice normalmente se representa como  $H'$  y es expresado con valores positivos que suelen variar comúnmente entre 1 y 5. Una de las desventajas de este índice es que no toma en consideración la distribución espacial de las especies y no tiene límites en cuanto a número de especies ni de abundancia (PLA 2006).

El Índice de Shannon-Wiener se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- $H'$ : diversidad de familias
- $S$ : Número de familias
- $p_i$ : abundancia relativa ( $\frac{n_i}{N}$ )
- $n_i$ : número de individuos por familia
- $N$ : número de todos los individuos de la muestra

### 3.4.3. Riqueza específica

La diversidad específica es una propiedad emergente de las comunidades biológicas que se relaciona con la variedad dentro de ellas. Para valorar la riqueza específica se empleó el índice de Margalef (1969), cuya formulación es la siguiente:

$$Riqueza\ Específica = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Donde:

- $S$  = número de especies
- $N$  = número total de individuos

#### 3.4.4. Equidad

A su vez se calculó el índice de equidad (J), valor que representa el grado de similitud de las diferentes especies en relación a su abundancia. Este valor va de 0 a 1, e indica si existe dominancia por parte de una especie o si la comunidad se encuentra poblada por especies de abundancia similar (Newman, 2003). Para calcular este índice se utilizará la siguiente fórmula:

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Fórmula 3. Índice de equidad

Dónde:

- H: es el valor observado en el Índice de Shannon-Wiener
- $H_{max}$ : es la diversidad máxima esperada  $[\ln S]$

#### 3.4.5. Similaridad de Bray-Curtis

El índice de Similaridad de Bray-Curtis fue usado para determinar el grado de semejanza o diferencia entre las comunidades de cada estación de muestreo

$$BC = \frac{\sum_{j=1}^n |X_{1j} - X_{2j}|}{\sum_{j=1}^n (X_{1j} + X_{2j})}$$

Donde:

- BC = Coeficiente de Distancia de Bray –Curtis
- $\sum$  = sumatoria (desde 1 hasta n)
- $X_{1j}$  = abundancia de la especie j colectada en la estación 1
- $X_{2j}$  = abundancia de la especie j colectada en la estación 2
- $| |$  = valor absoluto

### **3.5. EVALUAR LAS CONDICIONES DEL SEDIMENTO (MATERIA ORGÁNICA) Y DEL AGUA (pH, SALINIDAD, TEMPERATURA, OXÍGENO DISUELTO) DEL ESTUARIO, PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LAS CAMARONERAS EN EL ECOSISTEMA.**

Para el análisis del contenido de materia orgánica (MO) en los sedimentos, se tomó una muestra del suelo de los primeros 30 cm de profundidad en cada estación de muestreo y en su efecto se lo determinó gravimétricamente mediante la técnica de pérdida de peso por calcinación (La Manna & Ludmila 2007). Posterior a ello en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Agraria La Molina se pesó 3 gramos de sedimento de cada muestra para obtener el peso húmedo en un crisol previamente pesado y rotulado, se secó a 80 °C durante 24 h, se dejó enfriar y se volvió a pesar para obtener el peso seco.

Finalmente, se calcinó las muestras en una mufla a 500 °C durante 5 h, se dejó enfriar y se pesaron las cenizas.

Para obtener la materia orgánica presente se utilizó la siguiente fórmula:

$$MO\% = \frac{\text{Peso seco} - \text{Peso mufla}}{\text{Peso mufla} - \text{Peso crisol}} \times 100$$

La medición de parámetros del agua se realizó frente a cada transecto con un equipo medidor multiparámetros HI9829 evaluando la temperatura (°C), salinidad (UPS), oxígeno disuelto y pH, durante las dos épocas y por cada estación, siendo variables medidas *in situ*.

### **3.6. EVALUAR LA PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DE LA ACUICULTURA DE CAMARÓN MARINO SOBRE LAS COMUNIDADES MACROBENTÓNICA.**

En esta fase se preparó un cuestionario con una serie de preguntas abiertas, que fueron aplicadas a un total de 50 personas de los gremios de pescadores circundantes a la zona de estudio, asociaciones de guaricheros y concheros que se abastecen regularmente de la extracción de recursos del manglar, y de esta manera llegar a apreciar el impacto que la actividad de cultivo de camarón ha tenido sobre el macrobentos desde la perspectiva humana (Anexo 1).

## IV. RESULTADOS

### 4.1.DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DEL MACROBENTOS EN EL ESTUARIO DEL RÍO CHONE.

#### 4.1.1. Abundancia de la comunidad del macrobentos

Se analizaron un total de 3168 organismos agrupados taxonómicamente en 4 filos, 8 clases, 38 familias (Anexo 2). A la época seca (agosto 2017) corresponden 1428 individuos y a la época lluviosa (febrero 2018) 1740 individuos, los Phylum de Mollusca y Anelida fueron los más abundantes en relación a los filos Arthropoda y Nemertea que se presentaron menor abundancia (Figura 7).

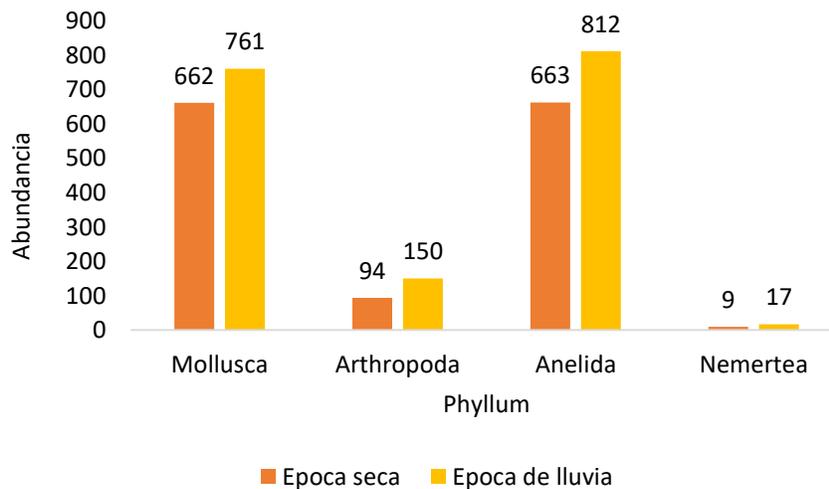


Figura 7. Abundancia del macrobentos.

Al disgregar cada Phylum al menor taxón posible abarcado, en el filo molusca las familias *Veneridae* y *Columbellidae* son las de mayor abundancia en las tres zonas durante ambas épocas, situación similar se da en la familia *Nereididae* del filo Anélido (Figura 8). En el Phylum Crustacea se reconocieron cuatro familias, siendo *Archaeobalanidae* y *Ocypodidae* las que durante la época seca mostraron un patrón ligeramente similar a lo largo del estuario, dentro del filo Nemertea la abundancia fue mayor durante la época lluviosa (Figura 9).

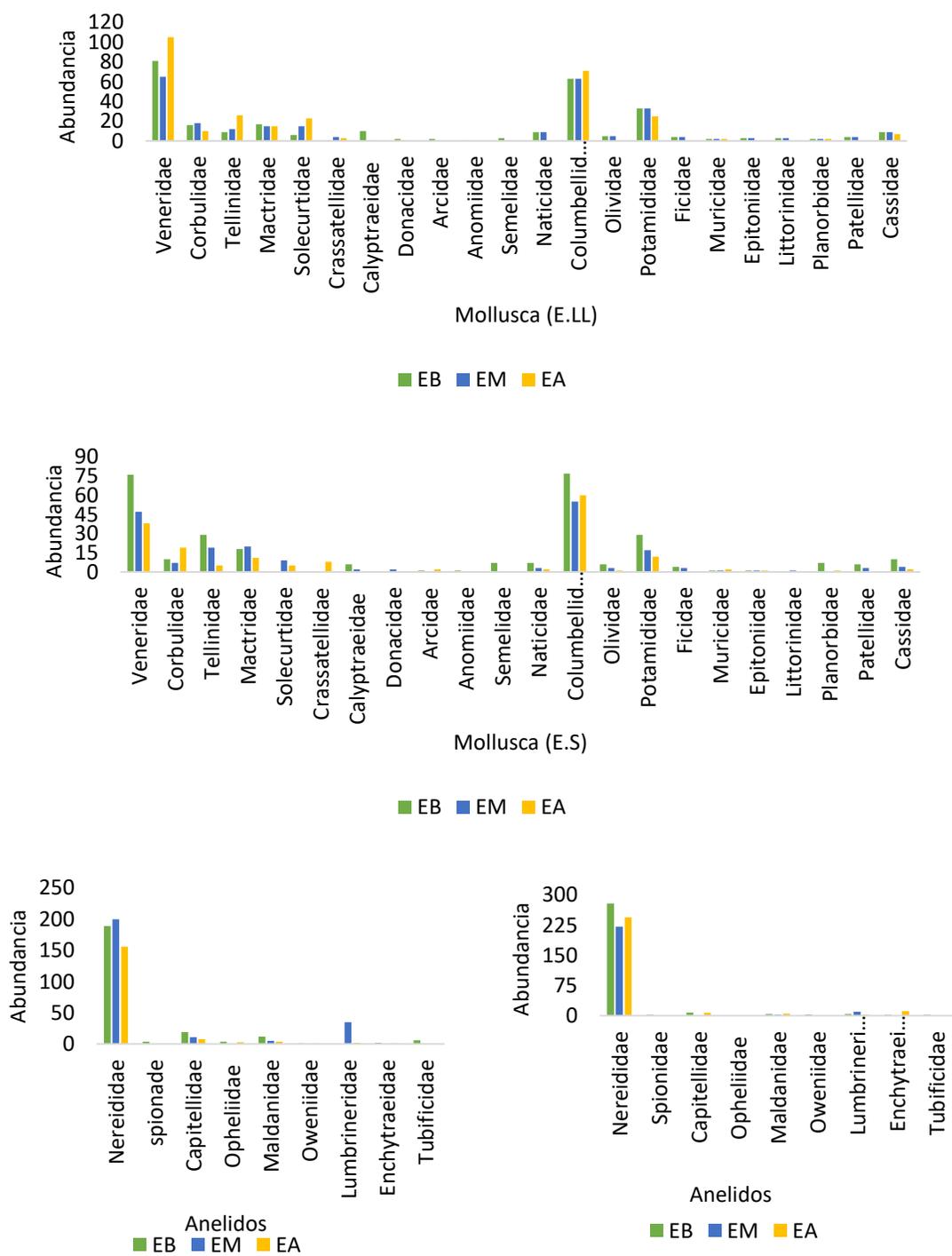


Figura 8 . Abundancia del macrobentos por Phylum (Mollusca y Anelida) durante las épocas seca (E. S) y lluviosa (E.LL) en las tres zonas de estudio.

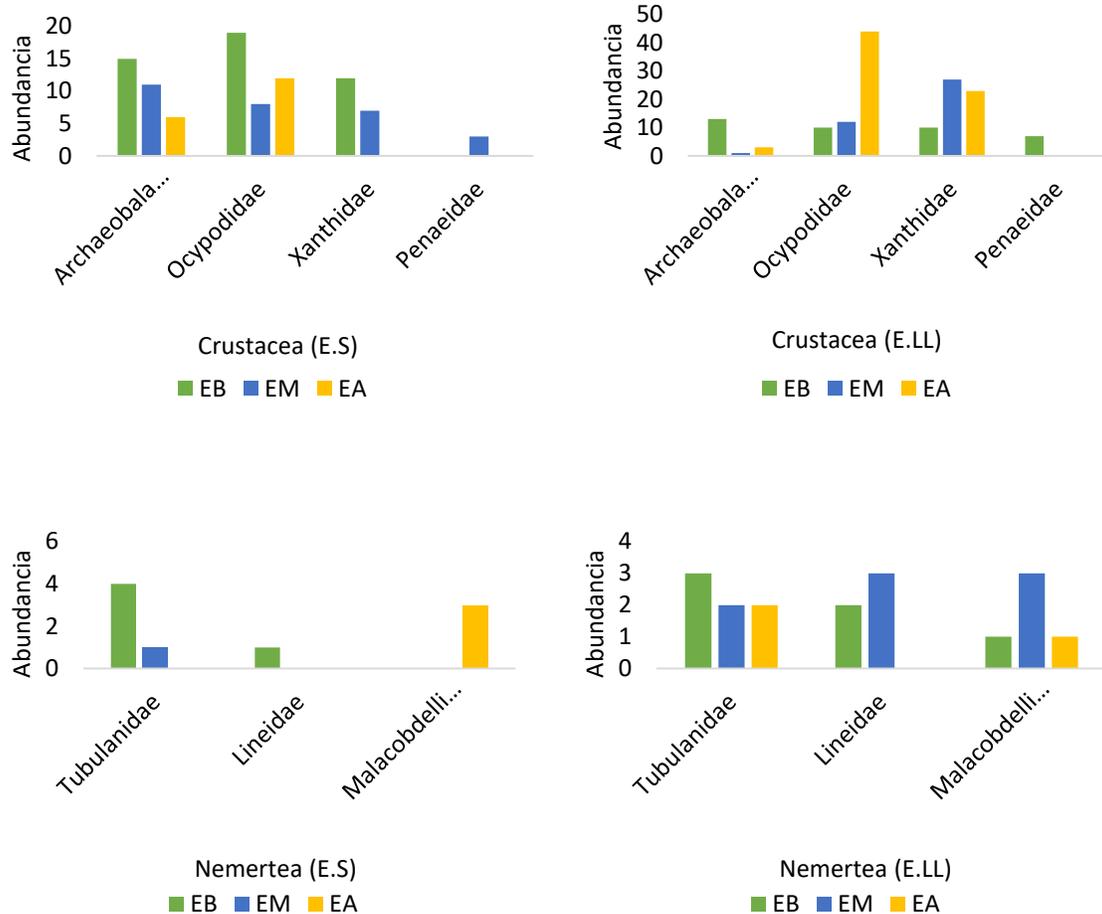


Figura 9. Abundancia del macrobentos por Phylum (*Crustacea* y *Nemertea*) durante las épocas seca (E.S) y lluviosa (E.LL) en las tres zonas de estudio.

Al considerar las abundancias entre las tres zonas estudiadas, al estuario bajo corresponde para la época lluviosa 636 organismos colectados y de la época seca con 584, mostrando así una ligera diferencia en abundancia en ambas épocas, en el estuario medio se registraron 478 y 479 individuos durante las épocas seca y lluviosa sin mostrar variaciones significativas. El estuario alto sí presentó una diferencia considerable entre períodos, el valor más bajo corresponde a la época seca con 365 y el más alto fue de la época lluviosa con 634 individuos. La riqueza de especies se presentó alta en el estuario bajo donde se identificaron a 38 familias/taxa de la época de lluvias y de la época seca a 31 familias/taxa, la riqueza de especies fue moderadamente alta para el estuario medio, y se observó una menor riqueza en el estuario alto donde se identificaron un total de 25 y 24 familias de las épocas seca y lluviosa

respectivamente. Se presentó una tendencia descendente desde la zona baja hacia la zona alta en las dos épocas (Figura 10).

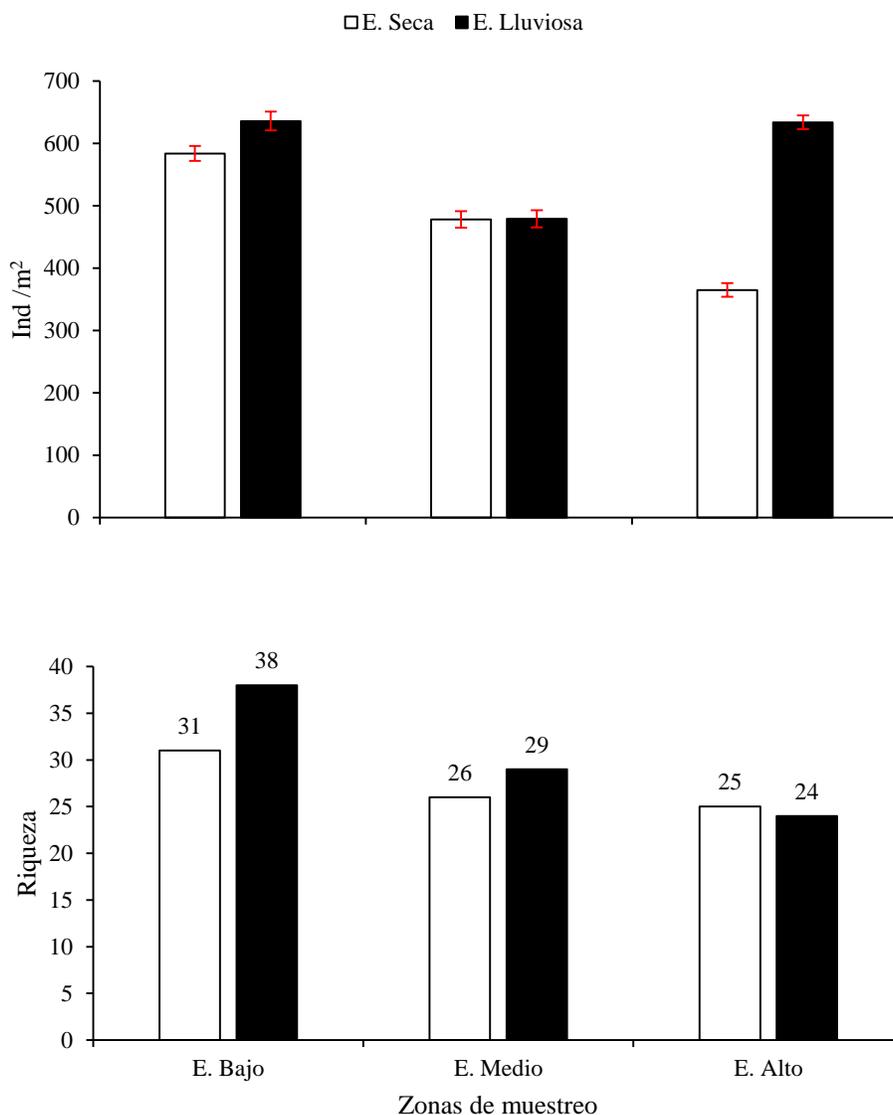


Figura 10. Abundancia y riqueza por zonas de muestreo según la época del año

Los resultados de diversidad de Shannon ( $H'$ ) para el estuario bajo fue de 2,60 y 2,70 bits/Ind de las épocas lluviosa y secas respectivamente, en el estuario medio se observó una menor diversidad en la época lluviosa que presentó 2,38 bits/Ind a diferencia de la época seca que tuvo 2,65 bits/Ind, la diversidad en el estuario alto fue de 2,40 bits/Ind de la época seca (Figura 11) (Anexo 3).

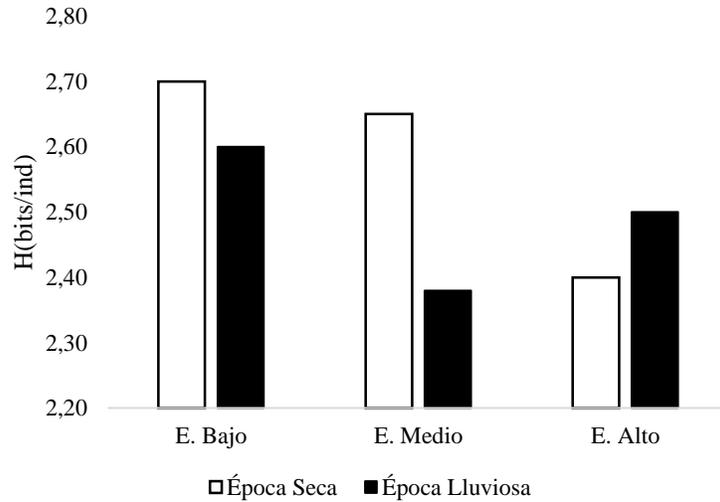


Figura 11. Diversidad del macrobentos.

La equidad de la época lluviosa osciló entre 0,85 en el estuario bajo y 0,79 en el estuario alto, y en la época seca entre 0,72 en el estuario bajo y 0,75 en el estuario alto (Figura 12).

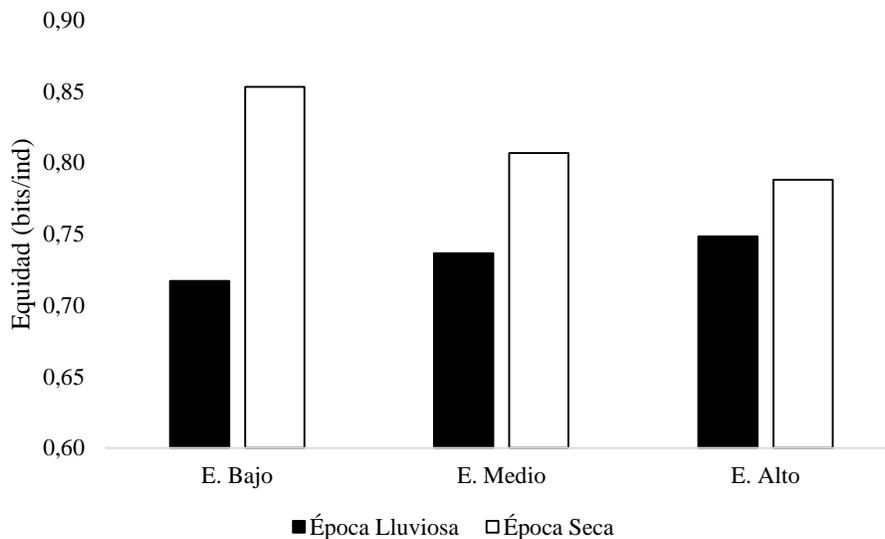


Figura 12. Equidad del macrobentos.

Al relacionar los valores de riqueza y equidad con los de la diversidad se exhibe que la riqueza está teniendo una importancia mayor en la diversidad (Tabla 3).

Tabla 3. Relación entre la riqueza y diversidad, en las tres zonas de estudio de la época seca y lluviosa.

Época	Zona	Riqueza-Diversidad R <sup>2</sup>	Diversidad-Equidad R <sup>2</sup>
Época seca	Estuario bajo	0,5856	0,0001
	Estuario medio	0,762	0,5781
	Estuario alto	0,78	0,6938
Época lluviosa	Estuario bajo	0,6347	0,6334
	Estuario medio	0,9289	0,8479
	Estuario alto	0,4215	0,5643

#### 4.2. PARÁMETROS AMBIENTALES DEL AGUA Y MATERIA ORGÁNICA DEL SEDIMENTO, POR ZONAS DE MUESTREOS Y ÉPOCA DEL AÑO.

Las tres zonas evaluadas presentaron variaciones en los parámetros ambientales, la temperatura durante la época seca para la zona 1 fue de 28,66°C, para la zona 2 de 28,95°C y la zona tres reportó un máximo de 29,47°C. Durante la época lluviosa reportó una temperatura mínima de 28,93°C y una máxima de 29,58°C. La salinidad durante la época seca en la zona 1 fue de 22,95‰, la zona 2 evidenció una tendencia a disminuir hacia la zona interna debido al 15,21‰ de salinidad registrado, y es la zona 3 la que mostró un declive o caída de este parámetro con 3,85‰ de sal en esta parte del estuario. Durante la época de lluvias la zona 1 presentó una salinidad de 11,52‰, la zona 2 6,86‰ y la zona 3 5,75‰. El pH durante la época seca estuvo en 7,79 en la zona baja, 7,95 zona media y 8,02 zona alta, y durante la época lluviosa presentó valores entre 7 y 8 en las tres zonas. El oxígeno mostró una tendencia baja durante la época de lluvias registrando valores menores de 5 mg/l. Mientras que en la época seca las concentraciones de oxígeno disuelto muestran un aumento paulatino desde la zona baja hacia la zona alta, siendo el valor más bajo de la zona 1 con 6,32mg/l y el más alto fue el de la zona 3 con 11,83 mg/L (Figura 13).

El contenido de materia orgánica del sedimento de las zonas para la época seca fluctuó entre 1,81 y 3,57 %, y para la época lluviosa entre 1,57 y 2,16 % (Figura 14).

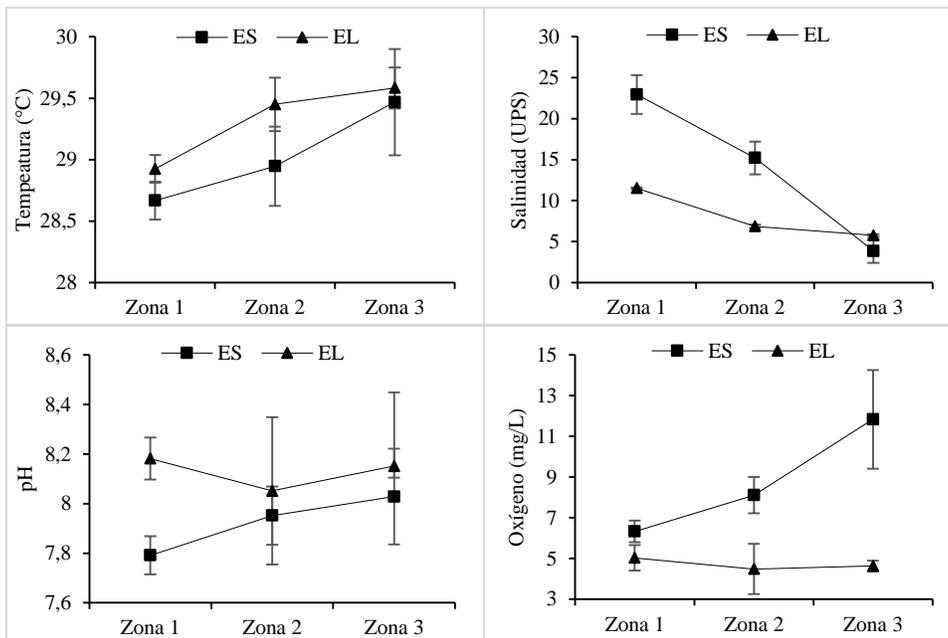


Figura 13. Valores de variables ambientales de la columna del agua del estuario, según la zona y época de muestreo. La zona 1 corresponde al estuario bajo, zona 2 estuario medio y zona tres al estuario alto

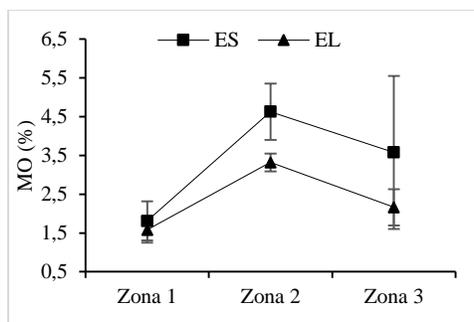


Figura 14. Contenido de materia orgánica (MO) del sedimento

El análisis del dendograma obtenido a partir de la matriz de similaridad Bary Curtis entre la abundancia, diversidad y variables ambientales de la época seca (Anexo 5) permitió diferenciar la similitud dos grupos o cluster obtenidos, el primer grupo formados por 1: E1-E6 y el grupo número dos E7- E9 (Figura 15).

La significación estadística de las diferencias fue evaluada mediante el Análisis de Varianza Multivariado No Paramétrico (NPMANOVA) cuyo criterio de afinidad fue el índice de correlación, el cual muestra que los dos grupos alcanzan diferencias con significación

estadística (Tabla 4). El análisis de componentes principales (ACP) permitió identificar las agrupaciones correspondientes para el componente uno y dos (Figura 16).

El análisis de las correlaciones del CP1 y CP2 permiten identificar a las variables asociadas a cada componente (Figura 17).

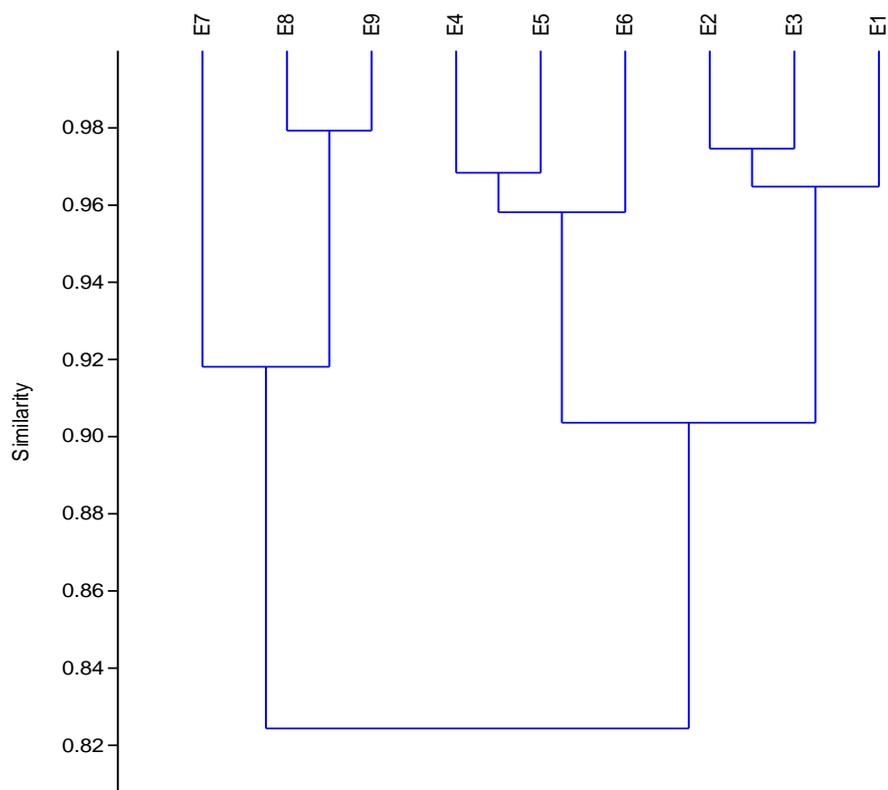


Figura 15. Dendrograma para la época seca (parámetros abióticos y bióticos) con el índice de Bray Curtis.

Tabla 4. One-Way NPMANOVA de los grupos definidos. En rosado las comparaciones pareadas que alcanzan significación estadística

Permutation N:		9999
Total sum of squares:		0,07797
Within-group sum of squares:		0,02026
F:		19,94
p(same)		0,0143
0	E1	E7
E1	0	0,0145
E7	0,0145	0

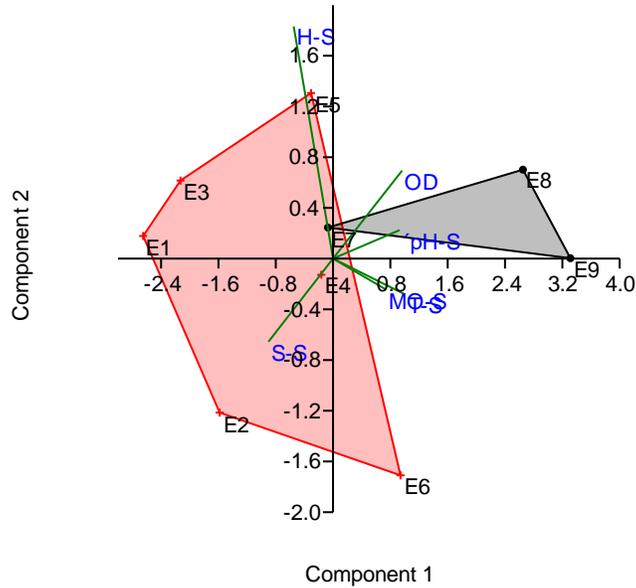


Figura 16. Análisis de los componentes principales (ACP) para la identificación de las variables

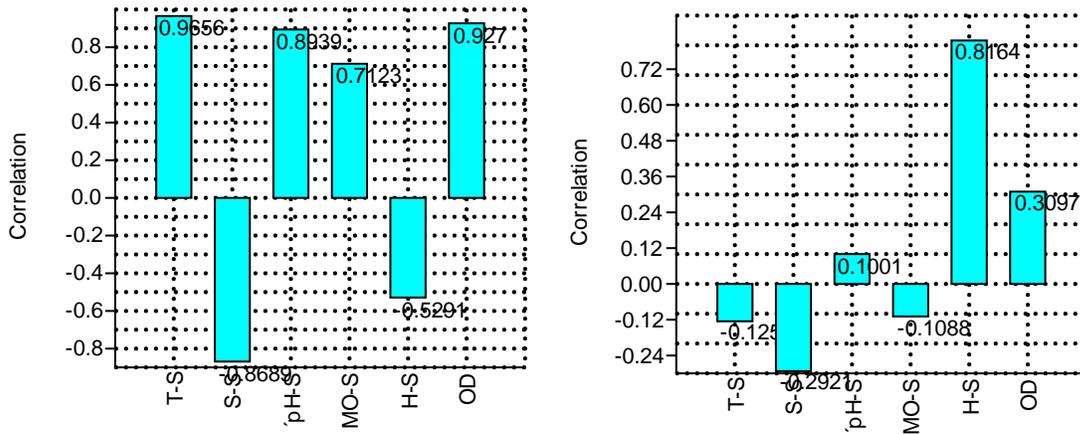


Figura 17. Correlación de las variables del ACP del CP1 y CP2 época seca.

El análisis de conglomerados basado en la diversidad de especies y variables ambientales de la época lluviosa (Anexo 6) determinó dos grupos E-1 y E6 (Figura 18). Se usó el índice de Bray Curtis generalmente para estudiar bentos (Clarke 1993).

La significación estadística fue comprobada mediante el Análisis de Varianza Multivariado No Paramétrico One-way NPMANOVA (Tabla 5), posterior a ello se identificaron las

variables mediante el análisis de componentes principales ACP (Figura 19) se identificaron dos grupos el CP1 en el lado positivo y CP2 en el lado negativo (Figura 20).

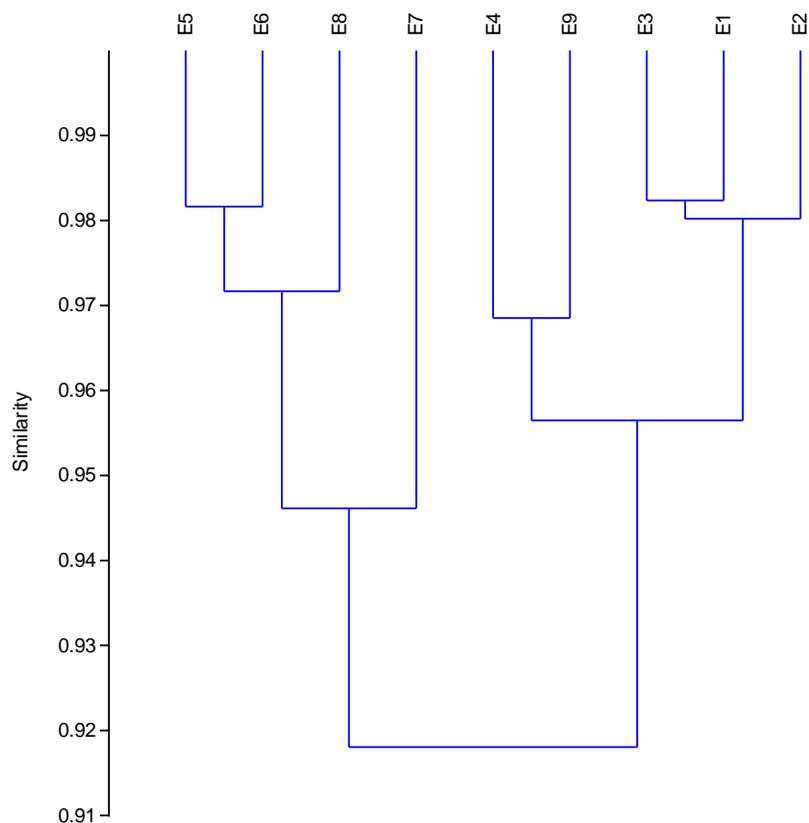


Figura 18. Dendrograma de la época lluviosa (parámetros abióticos y biológicos) con el índice de Bray Curtis

Tabla 5. One-Way NPMANOVA para los dos grupos obtenidos a partir del dendrograma de la época lluviosa

Permutation N:		9999	
Total sum of squares:		0,01862	
Within-group sum of squares:		0,005127	
F:		7,893	
p(same)		0,009	
0	E1	E5	E9
E1	0	0,0267	0,5991
E7	0,0267	0	0,1994
E9	0,5991	0,1994	0

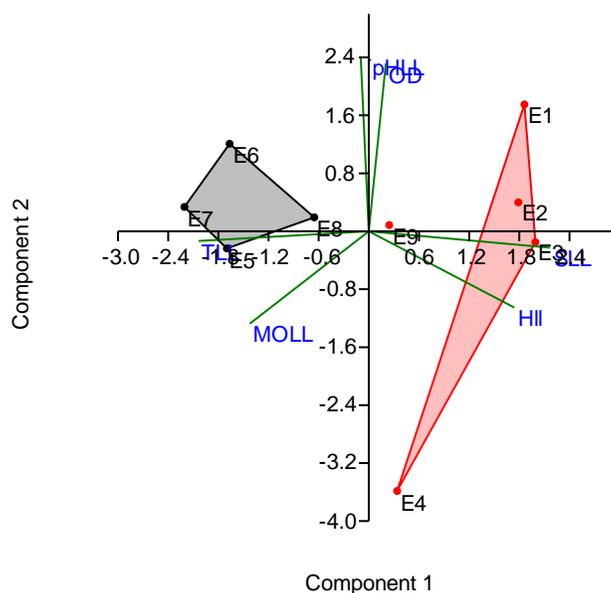


Figura 19. Análisis de los componentes principales para la identificación de las variables

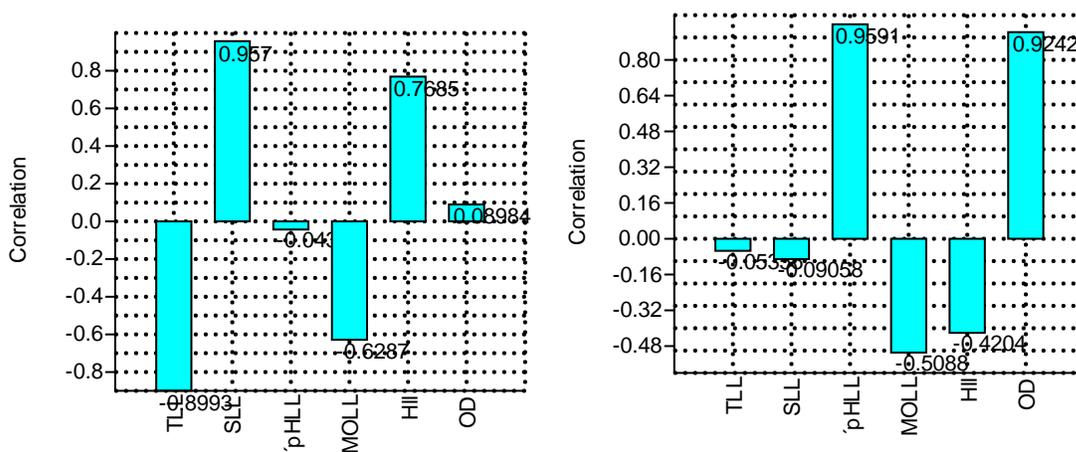


Figura 20. Correlación de las variables del CP1 y CP2 de la época lluviosa

#### 4.3. PERCEPCIÓN DE LOS PESCADORES DEL IMPACTO DE LA ACUICULTURA SOBRE LAS COMUNIDADES MACROBENTÓNICA.

En total se encuestaron a 50 personas, la impresión que se tiene a partir de los datos obtenidos (Anexo 1) indican el descontento por parte de los grupos de pescadores artesanales, la pregunta número 1 reflejó (Figura 21) que el 90% de los encuestados mencionan que aún realizan actividades como son extracción, captura y pesca de organismos en el estuario y manglares.

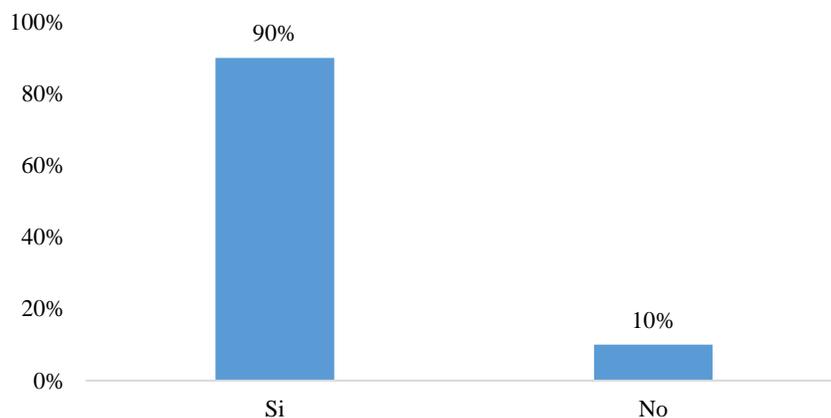


Figura 21. ¿Realiza actividades relacionadas con la extracción de recursos del estuario del río Chone?

La frecuencia con la que realizan estas actividades se evaluó con la pregunta 2 (Figura 22) donde el 66% mencionan que cada 15 días llevan a cabo sus faenas en el estuario, el 14% dos veces a la semana y el 20% una vez al mes.

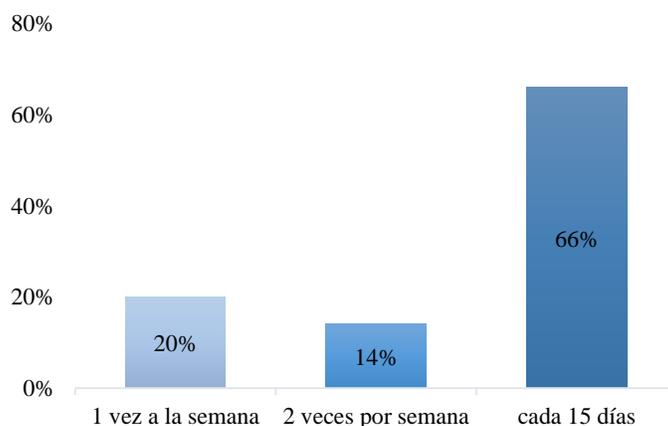


Figura 22. Frecuencia con la que se realizan las actividades

Se zonificó el estuario en tres zonas, a razón de manejar con más facilidad los límites a trabajar, en este aspecto para la pregunta 3 (Figura 23) el 72% de los encuestados mencionan que el estuario medio y bajo presentan las mejores condiciones, a diferencia del estuario alto donde un 28% aceptó que aún suelen realizar sus actividades a pesar de la dificultad de ingreso al lugar.

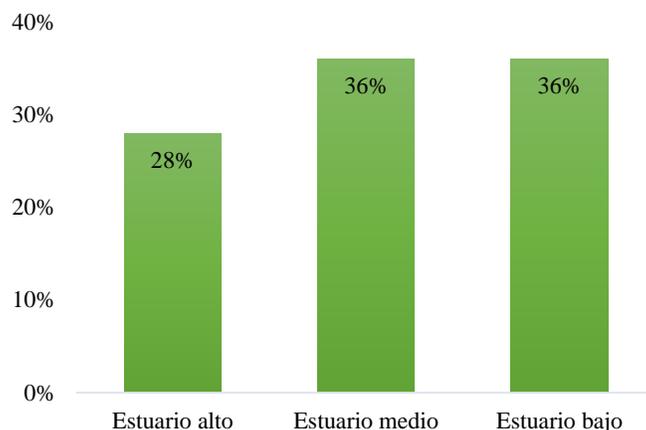


Figura 23. ¿Cuál es la principal zona de extracción de recursos en el estuario?

El esfuerzo pesquero se midió con la pregunta número 4 (Figura 24) en donde un 36% manifiesta que aún se dedica a la pesca artesanal, un 10% de los encuestados se ha aprovechado el área protegida “Refugio de vida silvestre Isla Corazón” para ejercer pequeñas actividades de turismo, un 34% de los encuestados manifiestan que aún se dedican a la extracción de cangrejos, y el restante 20% a la extracción de moluscos con jornadas en las que suelen recolectar entre 50-60 conchas en promedio.

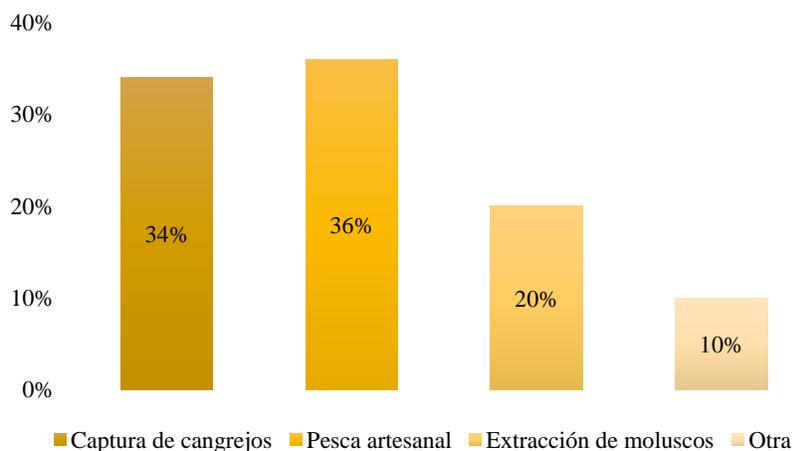


Figura 24. Actividades realizadas como medio de subsistencia

En la pregunta 5 (Figura 25), el 90% enfatiza que existe un bajo nivel de recursos biológicos, y un 10% mencionan que existen pocos recursos biológicos. En relación a esto Hamilton (2011) señala que “los pescadores del sindicato Chone, junto con otros entrevistados, creen

que los insumos utilizados en los estanques para el control de la vegetación y otras especies no deseadas, es una razón para el declive de las pesquerías locales”. No solo es la tala de manglar la que perjudica al macrobentos, a esto se suma las malas prácticas ejecutadas en el cultivo de camarón” agregan.

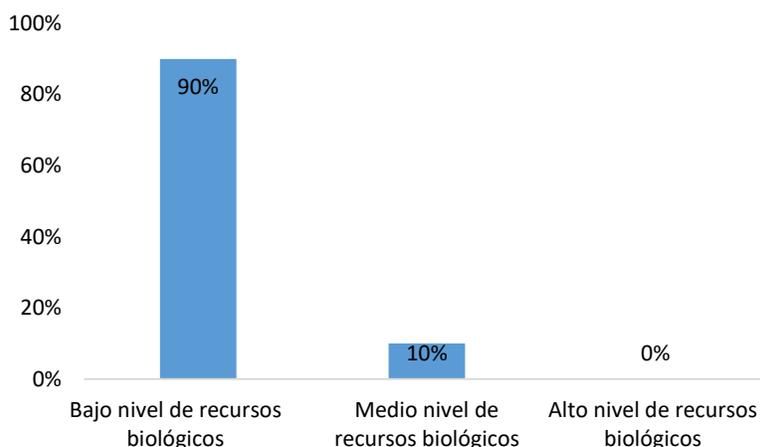


Figura 25. ¿Cómo valora el nivel de producción del estuario, según los recursos biológicos que colecta?

El 56% del grupo de encuestados para la pregunta 6 (Figura 26), mencionan que los organismos capturados en sus faenas son destinados para el consumo personal como medio de subsistencia, y un 44 % lo destina al mercado local. Actualmente los mercados locales se abastecen en gran medida por el estuario del río Cojimíes de Manabí y San Lorenzo de Esmeraldas.

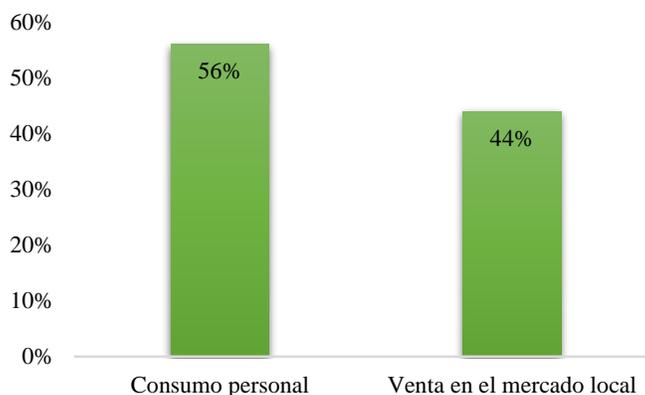


Figura 26. ¿Qué hace usted con las especies capturadas que extrae del estuario?

En la pregunta 7 (Figura 27) un 90% opina que la industria del cultivo de camarón se ha desempeñado de forma negativa en este tipo de ecosistemas. Sin embargo, un 10 % manifiesta que, a pesar de los efectos que ha tenido el cultivo de camarón en el estuario también se ha presentado como una opción para obtener un empleo.

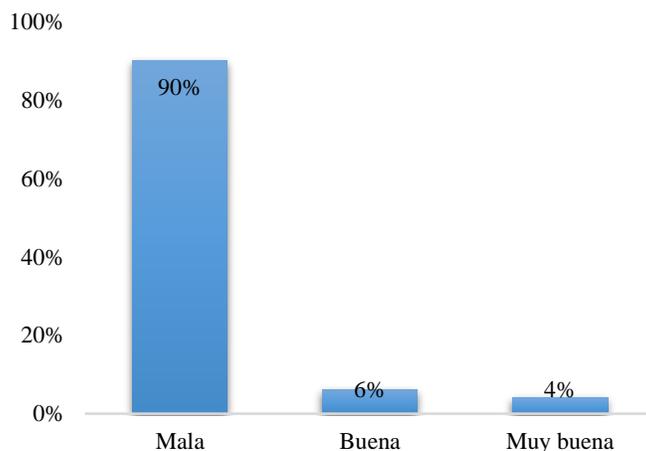


Figura 27. ¿Qué opina usted(es) del cultivo de camarón?

Según la pregunta 8 (Figura 28), el 94% respondió que el cultivo de camarón convencional ha incidido en la la situación que presenta hoy el estuario, tanto en su productividad de organismos como el estado crítico que presenta el bosque de manglar.

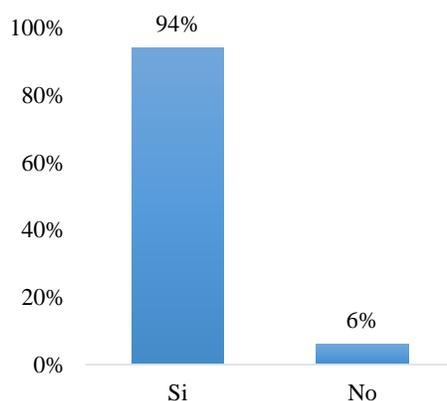


Figura 28. ¿Cree usted que el cultivo convencional de camarón ha incidido en la productividad natural del estuario?

Finalmente en la pregunta 9 (Figura 29) un 90 % manifiestan que el cultivo de camarón es una actividad que ha incidido de forma negativa en su estilo de vida

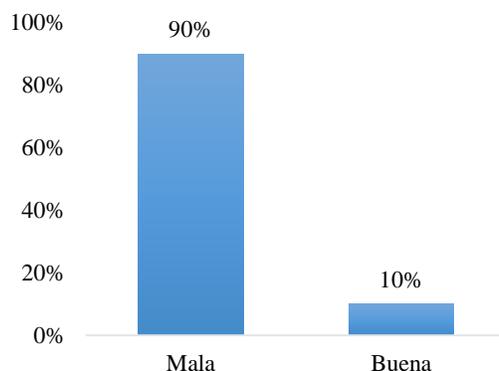


Figura 29. ¿Cómo ha sido la incidencia de la actividad de la acuicultura en el estuario?

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para examinar la relación de las variables biológicas con el número de personas encuestadas, para la época seca corresponde los datos usados en la Tabla 6 y para la época lluviosa la Tabla 7. En la Figura 30 se observa el valor p de 0,08141 mostrando una relación muy baja entre las variables, mientras que en la figura 31 el valor de P = 0,3055 siendo la relación baja.

Tabla 6. Datos de correlación de la encuesta v/s las variables biológicas de la época seca.

Encuesta, pregunta 3	N° de personas	N° de organismos
Ítems 1	14	396,5
Ítems 2	18	367,5
Ítems 3	18	488,5

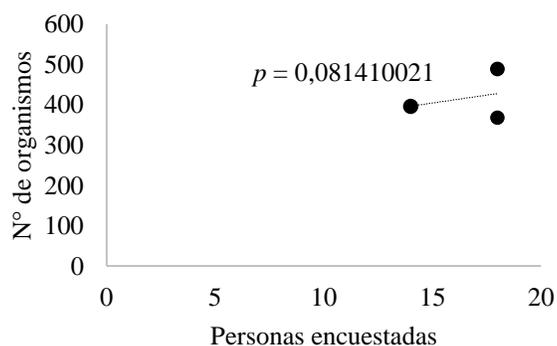


Figura 30. P- valor de la abundancia de la época seca v/s número de personas encuestadas

Tabla 7. Datos de correlación de la encuesta v/s la variable biológica de la época lluviosa

Encuesta (pregunta 4)	N° de personas	N° de organismos
Ítems 1	17	122
Ítems 2	18	6,5
Ítems 3	10	569
Ítems 4	5	514

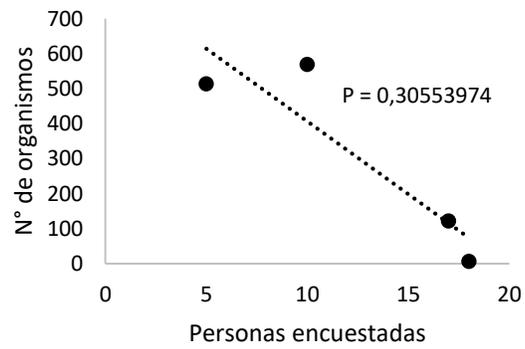


Figura 31. P- valor de la abundancia de la época lluviosa v/s número de personas encuestadas

## V. DISCUSION

Es evidente que durante las últimas décadas ha existido una continua y drástica destrucción de manglares tropicales (Lee 1999), generando una gran presión sobre estos ecosistemas conllevando a una disminución de la calidad del agua y la biodiversidad (Herrera y Morales 2009). En el estuario río Chone la pérdida de manglar fue por efecto del desarrollo de la acuicultura que, consecuentemente genero el deterioro y pérdida de bienes y servicios ambientales del estuario. En los últimos años se ha documentado la relación entre las distintas comunidades biológicas y la degradación de los sistemas acuáticos (Hinselhoff 1998). Por lo que al cultivo tradicional de camarón se le atribuye la generación de impactos de diversa índole que afectan aspectos ambientales, sociales y económicos, en áreas geográficas ocupadas por camaroneras (Elao 2012).

Existen reportes de forma general sobre la cobertura vegetal antes de la deforestación de manglar para la construcción de camaroneras en el estuario, y la sucesión vegetal en paralelo a desarrollo de la acuicultura de camarón. Hamilton (2011) señala que la cobertura histórica de manglar del estuario del río Chone para 1968 era de 4,238 hectáreas, para el 2006 manifiesta que existían 1465 hectáreas. Sin embargo, no hay reportes o una línea base que revele el estado actual de la biodiversidad del estuario previa a la presencia de la acuicultura en la zona.

En este estudio se evaluó la relación de la comunidad del macrobentos del bosque de manglar con zonas de diferentes niveles de intensidad acuícola (determinada por las áreas camaroneras) en la época seca y lluviosa.

Los resultados de este estudio muestran un total de 3168, de los cuales 1428 corresponden a la época seca y 1470 de la época lluviosa. Sin embargo, Castillo (2018) en su estudio realizado en el sublitoral estuarino señala que las abundancias de macrobentos disminuye en la época de lluvia y que en varias estaciones de muestreos tienden a desaparecer por la

estacionalidad ambiental, asimismo señala que en la zona 1 y en la época de sequía los organismos del bentos fueron más abundantes.

La familia *Nereididae* del Phylum Anelida fue la más abundante en las tres zonas de muestreo, para la época seca se encontraron 189, 200 y 156 individuos (zona baja, media y alta respectivamente), presentando una ligera diferencia estacional pues en la época de lluvias se registraron un total de 279, 221 y 244 individuos. Castillo (2018) para la época seca identificó un total de 235 y durante la época lluviosa 183 individuos, indica además que en la época de lluvias en varias estaciones de la zona 2 (parte alta del estuario) no se encontró organismos del macrobentos, describe que en la época seca el bento fue relativamente abundante en el sector 1 desde la estación E-01 hasta la E-12 (parte baja del estuario) predominando las familias *Spionidae*, *Nereididae* y *Capitellidae*. posterior a ellos se presentó un descenso en su abundancia en el sector 2 (E-24 hasta E-30), menciona que en la estación E-20 predominó el orden *Capitellida*. Respecto a la familia *Capitella*. Paredes (2011) durante mayo a octubre del 2007 abarcando las épocas seca y lluviosa, reporta a la familia *Spionidae* con una predominancia del 20 – 57% de abundancia relativa. Sin embargo, ante lo anteriormente citado, en el presente para la familia *Spionidae* registró un total de 4 individuos en época seca y 3 para la época lluviosa. Advíncula (2017) menciona que los poliquetos son frecuentes, dominantes y con mayor riqueza respecto a los otros taxones. Cabanillas et al., 2016 en los manglares del Santuario Nacional de Tumbes mencionan como dominantes a la familia *Nereididae* y *Capitellidae* como la más diversa

Las lluvias tienden influir positivamente en la reproducción o reclutamiento de poliquetos, ya que estos aparecen con mayor abundancia (Hernandez & Solis-Weiss 1995). Los poliquetos presentan diferencias anuales y estacionales respecto de la riqueza de especies y abundancia, lo cual se ha demostrado en los manglares de Darwin Harbour (Metcalf & Glasby 2008).

En la costa ecuatoriana se han reconocido alrededor de 215 especies entre bivalvos, gasterópodos y cefalópodos, de las cuales 20 especies son comerciales y utilizadas para consumo humano, en fresco, congeladas y enlatadas (Mora 1989). Dentro de éstas, las especies de la familia *Arcidae* representadas por *Anadara tuberculosa* (concha prieta, concha negra) y *Anadara similis* (concha macho, mica) constituyen una de las pesquerías artesanales

más tradicionales de moluscos bivalvos y son fuente de alimento, empleo y beneficios económicos para alrededor de 2000 concheros activos en los cinco puertos de desembarques (Mora & Moreno 2008). En el presente estudio la familia *Arcidae* registró un número de individuos extremadamente bajo, para la época seca de 1, 0 y 2 en las zonas baja, media y alta y durante la época de lluvias 2, 1 y 0 para las zonas mencionadas. Arias & Castro (2017) mencionan que la disminución de la especie *Anadara tuberculosa* no solo genera impactos ecológicos en el sistema, sino también sociales, y que en Ecuador no hay un monitoreo en la captura, ni en los parámetros ambientales que pueden afectar su distribución. De la familia *Veneridae* durante la época seca solo se colectaron 76, 47 y 38 en las zonas baja, media y alta, y durante la de lluvias se apreció un ligero aumento del recurso con 81, 65 y 105 individuos para las zona baja, media y alta. Este descenso en la captura de conchas, puede ser debido a la paulatina alteración de la ecología de los manglares, hábitat de estas especies, por las diferentes actividades humanas (Baqueiro-Cárdenas et al. 1982), entre ellas la tala de los manglares para la construcción de piscinas camaroneras y a la creciente explotación de sus bancos naturales (Mora 1989).

FIDES (2014) menciona que la pesca, recolección de moluscos y crustáceos ha disminuido en un 90%, dado que antes de la instalación de la industria camaronera se recolectaban en una jornada un promedio de 800 conchas (*Anadara similis* y *Anadara turberculosa*) y actualmente se recolectan menos de 50 diariamente. Bermúdez (2008) manifiesta que en el sector San Felipe ubicado en las proximidades del Estuario del Río Chone es considerado en estado crítico por la sobreexplotación del recurso *A. tuberculosa* y *A. similis* desde hace varios años. Ante esto, Lucero *et al.* (2012) describen que en las capturas habría un predominio de individuos que no han llegado a reproducirse, lo que traería como consecuencias una probable disminución de la abundancia en el tiempo.

El recurso guariche o cangrejo rojo *Ucides occidentalis* constituye parte sustancial en la dinámica del ecosistema de manglar, cuya función principal es formar parte de la cadena trófica y reducir la materia orgánica (Moreno y Ruiz 2010), además los miembros de la familia *Ocypodidae* mantienen una pequeña economía local para los recolectores de éstos crustáceos. Durante los muestros en la época seca la zona baja, media y alta resgitró un total de 19, 8 y 12 individuos y para la época invernal se encontraron 10, 12 y 44 individuos. Elao (2012) describe una pobreza del guariche en la zona baja del estuario río Chone en las

localidades de Chipornia y Barquero, donde aún se practica la extracción de dicho recurso. De acuerdo con los resultados biológico-pesqueros obtenidos por Moreno y Ruiz (2010) para describir la situación del guariche en el estuario, determinaron un estado poblacional crítico para la especie, sumándose a esto, que el entorno donde se desarrollan presenta características nocivas de contaminación la cuales no permitirían la recuperación total del recurso. Posiblemente la disminución del recurso sea el resultado de la industria camaronera que se asentó en la zona, además durante el proceso de encuestas y sociabilización, los lugareños manifestaron que ésta fauna tiene una distribución espacial y específica en el bosque de manglar.

Lucero *et al.* (2008) en plena desembocadura del río Anchicayá en la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano, no registró la presencia de crustáceos braquiuros (cangrejos) ni camarones, los cuales son componentes importantes de cualquier sistema estuarino y los moluscos fueron pobremente representados.

Los ecotopos representan adecuadamente la distribución de las especies de interés marisquero bajo los actuales niveles de extracción del recurso, de tal forma que en algunos casos de sobreexplotación es posible que no se identifiquen todos los potenciales ecotopos de la misma. Este aspecto limita las potenciales aplicaciones de los mismos como herramienta de gestión y pone de manifiesto la importancia de seleccionar zonas con un bajo nivel de perturbación para establecer ecotopos que sean representativos de la distribución potencial de las especies. Además, cada una de ellas está sujeta a un diferente grado de presión, lo cual reduce sus densidades naturales y modifica sus patrones de distribución de forma heterogénea (Galván 2014). Villamar (2006), cita que existe una baja diversidad cuando hay una alta turbidez y falta de estabilidad en el ambiente marino tornándose estuarino. Las condiciones ambientales como la salinidad, el oxígeno, la temperatura y los nutrientes influyen en la composición, distribución y crecimiento de la biota en los ecosistemas manglar (Macintosh 1984).

Los valores de temperatura estuvo entre 28,7 °C y 29,5 °C durante la época seca y de 28,9°C a 29,6 °C en época de lluvia, mostrando menores valores para la zona del estuario bajo y mayores para el estuario alto; lo que se asemeja a lo reportado por Castillo (2018) que indica valores de temperatura entre 28,87 °C y 29,56 °C en época seca, y de 29 °C en la época de

lluvia. Sin embargo, Treviño (2008) en su estudio realizado en la zona baja del estuario reporta una temperatura entre 26 y 27 °C en época seca y de 28,9 en la época lluviosa. Las fluctuaciones de temperatura que se observan en los estuarios juegan un papel importante en la determinación de organismos marinos que son capaces de colonizarlos, debido a que estos provienen de un ambiente térmico relativamente estable. Variaciones extremas en la temperatura pueden causar cambios drásticos en la composición de la fauna que habita un estuario (Mclusky 1971).

Una de las variables más relevantes para la ecología estuarina es la salinidad (Galván 2014). Durante la época seca el estuario evidenció en la zona baja una salinidad de 22,95 ‰; en el estuario medio 15,21 ‰ y el estuario alto con 3,85 ‰, mientras que en la época lluviosa se registraron valores de valores de 11,51; 8,07 y 5,71 ‰ del estuario bajo, medio y alto respectivamente, presentando un patrón similar en ambas épocas al disminuir la salinidad hacia la zona alta. Sin embargo, Castillo (2018) en época lluviosa menciona que en la zona baja, las estaciones alcanzaron mayores valores de salinidad referente a las demás estaciones fluctuando entre 27,23 a 22,92 ‰, que coinciden relativamente con Treviño (2008) que describe para la zona baja del estuario hasta el mes de enero una salinidad entre 28 y 30 ‰. Ambos autores describen a la zona baja con mayor salinidad a la reportada en la presente investigación, ante esto se debe considerar que los cambios estacionales como eventos oceanográficos, lluvias, El Niño, La Niña y el cambio climático que de alguna manera inciden en la variabilidad de la temperatura y salinidad a lo largo del estuario hasta la zona de la desembocadura. Saravanakumar *et al.* (2007) mencionan que la salinidad actúa como un factor limitante en la distribución de los organismos vivos, y su variación causada por la dilución y la evaporación, influencia a la fauna, en la zona intermareal.

El pH en las tres zonas del estuario oscilo en la época seca entre 7 a 8 y durante la época de lluvia en 8. Los valores de pH de la época de lluvia coincidiendo a los reportado por Delgado (2015) y García & Retamales (2007) que describieron un pH de 8 en las tres zonas del estuario. Asimismo, Castillo (2018) reporta un pH durante la época seca entre 7,6 a 8,2 y en la época lluviosa entre 7,3 a 8,8. Estos valores de pH se podrían considerar aceptables ya que están en el marco de la normativa ambiental ecuatoriana que menciona que el límite permitido de pH en agua marina y de estuarios es de 6,5 a 9,5. Monserrate & Medina (2012),

mencionan que en estuarios el pH del agua puede ser alterado por descargas de agentes contaminantes, por eutrofización, desechos de aguas industriales y domésticas y en la zona del estuario de río Chone ésta influenciada por actividades humanas como la acuicultura, agricultura, ganadería represas de agua, asentamientos humanos como posibles factores que podrían incidir en el pH del agua

Los valores de oxígeno disuelto en el interior del estuario estuvieron entre 6,32 mg/l, y 11,84 mg/L en la época de sequía y mostrando una tendencia a disminuir en la época de lluvia con valores por debajo de 5mg/L. Es necesario reconocer que el oxígeno juega un rol vital en estructuras de los ecosistemas acuáticos y controla la distribución espacial y temporal de esencialmente todos los organismos marinos y estuarinos (Levin *et al.* 2009). Los estuarios son frecuentemente usados para la descarga de aguas negras provenientes de ciudades, y las poblaciones bacterianas que prosperan en ellas pueden consumir todo el oxígeno. De hecho, la contaminación causa mucho daño por el agotamiento de oxígeno que ocasiona, que por cualquier acción de envenenamiento directo. Esto puede causar la exclusión de la mayoría de los animales, excepto algunas especies especialmente adaptadas, tales como los gusanos Tubifex (Mcclusky 1971), en aguas más dulces y *Capitellidae* y *Cirratulidae* en aguas más salinas

Los valores porcentuales promedio de materia orgánica fueron de 1,58% a 4,63%, en la época de sequía, asimismo en la época lluviosa presento valores entre 1,58%, y 3,32%, siendo menores en la zona baja del estuarios y mayores en la zona en la zona alta en ambos periodos estacionales, lo que se podría explicar que en la zona baja ocurre un proceso exportador de la marea de materia orgánica desde el estuario hacia el medio marino que impide la deposición, y los valores altos en la zona media pueden estar asociados a presencia de islotes que irrumpen los flujos de corrientes y la presencia de cobertura de manglar que contribuye con materia y condiciona al medio. Por ello, a los estuarios se los ha considerado como sumideros de materia orgánica debido a que tienen una alta productividad, relacionada a la diversidad de planta, animales y bacterias (Olsen *et al.* 2006).

Desafortunadamente, el desarrollo de la acuicultura ha dado lugar a degradaciones ambientales severas y a problemas económicos, debido a las prácticas deficientes de gestión y a las carencias de medidas firmes para hacer cumplir las regulaciones ambientales. Es decir

la importancia de una gestión bien fundamentada en relación con el desarrollo de la acuicultura en los ecosistemas de manglar (Bordero 2005). Las actividades como medio de subsistencia van a depender del estado de los manglares y estuario, la fracturación de una de las dos conlleva al perjuicio económico y cambio de estilo vida de los pobladores que subsisten de estos bienes, por lo que no se considera un impacto solamente ambiental la presencia de las granjas de cultivo de camarón.

En relación a esto la encuesta abordada reflejo una realidad antes del “boom camaronero” los pobladores contaban con un “espacio libre” y rico en recursos que los ayudaba a mantener una economía relativamente estable del cual podían abastecerse sin poner en riesgo sus vidas por las cercas eléctricas, armas de fuego y canes usados hoy en día para mantener alejada a la población de las áreas circundantes a las granjas de cultivo de camarón, es decir además de todo se evidencio una competencia por el espacio, todo esto ha conllevado a que los pescadores artesanales opten por otras opciones para mejorar su estilo de vida. Es evidente que, a pesar de la situación del estuario, aún se continúan llevando a cabo actividades de subsistencia a pesar de la escases de recursos biológicos, el esfuerzo pesquero que no se ve recompensado por las faenas de pesca.

La pesquería de la concha prieta de la familia *Arcidae* ha ocasionado un alto nivel de presión sobre el recurso durante los últimos años, en vista de la necesidad de la alimentación básica y subsistencia que tienen las comunidades costeras y especialmente las que habitan cerca de los ecosistemas de manglar (Bermúdez 2008). Los gobiernos por muchos años no se han puesto de acuerdo en establecer normas ambientales que ayude a las comunidades y a generaciones futuras en realizar actividades económicas sostenibles, que se tome en consideración todos los aspectos que causen algún problema a la sociedad (Montalván 2019). Ante esto FIDES (2014), argumenta que no se vislumbra la voluntad política en las autoridades de turno para resolver los aspectos señalados con anterioridad, sin embargo, es urgente iniciar las acciones vinculadas a la restauración del ecosistema. Los bosques de manglar desempeñan un papel importante en la sostenibilidad de la pesca y la seguridad alimentaria mundial al mantener poblaciones comerciales de peces silvestres (Odum y Heald 1972; Chong 2007; Shervette *et al.* 2007).

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ Con las herramientas usadas - grupos taxonómicos, análisis de calidad de agua y sedimentos, y encuesta - no se logró definir si la acuicultura de camarón marino afecta al macrobentos de la zona de manglar del estuario.
- ✓ Se registró mayor abundancia del macrobentos en las zonas alta y baja del estuario durante la época de lluvia; la zona intermedia no mostró diferencias entre ambas épocas. La riqueza en las tres zonas de muestreo mostró un gradiente de mayor a menor desde la zona baja hacia la zona alta, dicho patrón se observa en ambas épocas.
- ✓ La temperatura presentó una distribución homogénea a lo largo del estuario durante la época lluviosa, mientras que durante la época seca aumentó ligeramente hacia la zona alta. La salinidad durante la época de lluvia disminuyó considerablemente sobre todo en la zona alta del estuario. El pH del agua varió de neutro a alcalino en la época seca y durante la época de lluvias se mostró ácido. Las condiciones del oxígeno del medio marino registraron un declive durante la época de lluvias.
- ✓ La encuesta confirmó el descontento de las asociaciones de pescadores por las granjas de cultivo de camarón y del impacto directo de ésta actividad sobre los recursos de interés comercial.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1) El Ministerio del Ambiente y la academia deberían incentivar las investigaciones en estos ambientes, lo que brindaría información útil para tomar decisiones, siendo necesario implementar monitores en el estuario que incluyan variables físicas, químicas y especialmente biológicas durante la pleamar y bajamar y mayores estudios por parte de las entidades correspondientes.
- 2) Para futuros estudios se recomienda aplicar un modelo hidrológico que permita predecir y explorar los posibles cambios que presentará el estuario en un período de tiempo determinado, se podría hacer el uso de un programa de modelización Maxent, o modelos basados en individuos IBMs (por sus siglas en inglés), y de esa manera aportar en la toma de decisiones que permitan el cuidado de éstas áreas.

## VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Advíncula, O. 2017. Variación temporal de la estructura comunitaria de la Infauna macrobentónica en los bancos del cangrejo *Ucides occidentalis* (Ortman, 1987), en los manglares del río Zarumilla, Tumbes, Perú
- Almeida-Guerra, P. 2002. Use of NOAA-AVHRR satellite images as a tool for coastal management - A case study of Ecuador's Bahia de Caraquez barrier spot. *Earth System Monitor* 12(3): 10-14.
- Altamirano, M & P. Gastezzi. 2000. Plan de Manejo Ambiental, La Ciénaga de la Segua. Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Programa de Manejo de Recursos
- Arias, A. Castro, K. 2017. Determinación de la influencia de los factores ambientales en el crecimiento y supervivencia de la concha prieta *Anadara tuberculosa*. Guayaquil-Ecuador Costeros (PMRC) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Ministerio de Turismo y Ambiente. Ecuador: 71pp.
- Altamirano, M., S. Coello & G.Trelles. 2002. La ciénaga de La Segua – Un ejemplo de manejo integrado basado en participación y gestión local. 8th Conference of the Contracting Parties to the Ramsar Convention. 18-24 November 2002. Valencia, Spain.
- Alongi D. 2008. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76: pp. 1- 13.
- Allan, J.D. 1995. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Chapman & Hall, London.
- Alonso, A., de la Puente, M. & Camargo, J. 2005. Los invertebrados acuáticos del río Henares. *Quercus* 231: 16-22.

- Armitage, D. 2002. Socio-Institutional Dynamics and the Political Ecology of Mangrove Forest Conservation in Central Sulawesi, Indonesia. *Global Environmental Change*, 12, 203-217.
- Arriaga, L., Montaña, M. & J. Vásquez. 1998. Integrated management perspectives of the Bahía de Caráquez zone and the Chone River estuary, Ecuador. *Ocean & Coastal Management* 42(1): 1-13.
- Baqueiro-Cárdenas, E.C, M. Muciño-Díaz & R. Merino-Márquez. 1982. Análisis de una población de pata de mula *Anadara tuberculosa* sujeta a explotación intensiva en la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Ciencia Pesquera Secretaría de Pesca, México* (3): 75-82.
- Bermúdez, A. 2008. Evaluación de la pesquería de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en el sitio San Felipe del Estuario del río Chone. Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Veterinarias, Carrera de Acuicultura. Tesis de Grado: 1- 105
- Berg, H., Michélsen, P., Troell, M., Folke, C. & Kautsky, N. 1996. Managing aquaculture for sustainability in tropical Lake Kariba, Zimbabwe. *Ecological Economics*, 18, 141-159.
- Brito, M. 2017. Moluscos marinos distribuidos en la primera milla de la costa ecuatoriana.
- Brusca, P. 1980. Common intertidal invertebrates of gulf of California. 2da ed. The university of Arizona Press. Tucson, Arizona 325 p.
- Buschmann, A. 2001. Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigación en Chile y el mundo. Un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los sistemas acuáticos. Departamento de Acuicultura. Universidad de Los Lagos. Osorno, Chile
- Boccardi, L. 2012. Estructura de la comunidad bentónica en un tramo inferior del Río Uruguay y potenciales indicadores para la evaluación de efluentes de plantas de celulosa. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Maestría en Ciencias Ambientales

- Bodero, A. 2005. El bosque de manglar de Ecuador. <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/890048/Concepto+Del+Manglar%2C%20%20C3%81reas+A+Nivel+Global+Y+En+Ecuador%2C%20Modificaciones+Ocurridas+Durante+Las+%20C3%9Altimas+Tres+D%20C3%A9cadas.pdf/895e7778-a39b-49ec-b992-d8e50ecb2cfa;jsessionid=1mpUkGK2ukOV2CaP7Exyq4QL>.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Mar de Plata, Argentina. 936 pp.
- Cabanillas, R., Advíncula, O. y Gutiérrez, C. 2016. Diversidad de Polychaeta (Annelida) en el intermareal de los esteros del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, Perú. *Revista peruana de biología* 23(2): 117 - 126 (agosto 2016). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v23i2.12383>.
- Caddy, JF., Griffiths, RC. 1996. Recursos marinos vivos y su desarrollo sostenible: perspectivas institucionales y medio ambiente (en línea). Documento Técnico de Pesca no. 353. Roma, FAO. 191P. Consultado 18 nov. 2009 Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/003/V5321s/V5321S00.htm>
- Camargo, J.A. 1993. Macrobenthic surveys as a valuable tool for assessing freshwater quality in the Iberian Peninsula. *Environmental Monitoring and Assessment* 24: 71-90.
- Capote-Fuentes, R., Roig, E., Ferro, H., Garcell, G., Capote-López, R. & González, S. 2005. Resilience and restoration of mangroves in the Gulf of Mexico and the Caribbean: regional features of a global issue. 1st British-Cuban Workshop on Climate Change – a regional challenge with a global impact. Havana, Cuba. November 28 - 30, 2005.
- Castillo, P. 2003. Estudio del Agua en zona de pesca artesanal del Estuario del Río Chone-Manabí-Ecuador, mediante indicadores microbiológicos desde Abril hasta Agosto del 2002. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Castillo, G. 2018. Influencia de la calidad del agua y sedimentos en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas (REVISICOF), ubicado en el estuario del río Chone.

- Chong, V. C. 2007. Mangroves-Fisheries Linkages in the Malaysian perspective. *Bulletin of Marine Science*, 80, 755-772.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, pp. 117–143.
- CLIRSEN. 2001. Estudio multitemporal de manglares, camarónicas y áreas salinas en el Ecuador. Guayaquil. Ecuador.  
[http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C3D/4F4F/C269/3895/9A3E/C0A8/D216/9800/Manglares\\_costa.pdf](http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C3D/4F4F/C269/3895/9A3E/C0A8/D216/9800/Manglares_costa.pdf).
- Coello, S & Macías, R. 2006. Estudio de Zonificación y Manejo de Conflictos de la Pesca Artesanal en la UCV Bahía. Informe de Consultoría para el Programa de Recursos Costeros (PMRC). Bahía de Caráquez., p: 3 – 4.
- Coello, S., Proaño-Leroux, D. & Robadue, D. 1993. Special area management planning in Ecuador's Río Chone estuary. pp.78 - 93 In Sorensen,J., Gable,F. & Bandarin,F. (eds.) The management of coastal lagoons and enclosed bays. Proceedings of Coastal Zone'93, American Society of Civil Engineers, USA.
- Collins, S. 2010. Mangrove Destruction and Shrimp Aquaculture in Ecuador: A Focus on Property Right Enforcement. 147. Ottawa, Canada: University of Ottawa-Cummins, K.
1974. Structure and function of stream ecosystems. *Bioscience* 24: 631-641.
- Cuenca, G.J. 2002. Incidencia de los parámetros Físicos – Químicos en la distribución de la Diatomoflora en el Estuario del Río Chone durante la estación invernal 2002. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cummins, K. 1974. Structure and Function of Stream Ecosystems. *BioScience*, Volume 24, Issue 11, November 1974, Pages 631–641.
- Cuoco, L. 2005. Organic Aquaculture in Ecuador: A More Sustainable Solution? *Tropical Resources Bulletin*, 24, 59-65.

- Defeo, O. & McLachlan, A. 2013. Patterns, processes and regulatory mechanisms in Sandy beach macrofauna: a multi-scale Analysis. *Marine Ecology Progress*. 114 p.
- Dahdoub- Guebas, F., Jayatissa, L., Di Nitto, D., Bosiere, J., Lo Seen, D. & Koedam, N. 2005. How effective were mangroves as a defense against the recent tsunami? *Current Biology* 15 (12): pp. 443-447.
- Delgado, J. 2015. Fuentes de contaminación y calidad de agua en un tramo del estuario del río Chone, Bahía de Caráquez -2014.
- Duke, N., Meynecke, J., Dittmann, S., Ellison, M., Anger, K., Berger U., Cannicci, S., Diele, E., Field, C., Koedam, N., Lee S., Marchand, C., Nordhaus, I. & Dahcouh- Guebas, F. 2007. A word without mangroves? *Science* 317: pp. 41-42.
- Elao, F. 2012. Incidencia del Cultivo Orgánico de Camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el desempeño de Medio de Vida Tradicionales y Costumbres de subsistencia de dos comunidades en el Estario del Río Chone. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- ElComercio.com. <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-nacional-camaron-refloto-fuerza.html>.
- Espinosa, A., & Bermúdez, M. 2012. La acuicultura y su impacto al medio ambiente.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and Keys the order, families and genero. Natural History Museum of Angeles Country, USA. 188 p
- FAO. 1999. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable.
- FAO. 2005. National Aquaculture Sector Overview. Visión general del sector acuícola nacional - Ecuador. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Texto de Schwarz, L. In: *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO* [en línea]. Roma. Actualizado 1 February 2005. [Citado 13 April 2017]. [http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso\\_ecuador/es](http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_ecuador/es)

- FAO. 2007. The World's Mangroves 1980-2005: A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005. Roma. 89 P.
- Field, C. 1996. La restauración de ecosistemas de manglar. Sociedad Internacional para Ecosistemas de Manglar. Okinawa, Japón. 227 p.
- FIDES. 2014. Sistematización del proceso comunitario de repoblación in situ de cangrejo azul (*Cardisoma crassum*) en 4 áreas del estuario del río Chone. Fundación para la Investigación y Desarrollo Social. Periodo de abril 2013 a noviembre 2014.
- Flores, P. 2004. Estructura de la comunidad de moluscos del mesolitoral superior en playas de facie rocosa del estado Guerrero. México". Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Fonseca, E. 2010. Industria del camarón: su responsabilidad en la desaparición de los manglares y la contaminación acuática (Industry of Shrimp: its responsibility in the loss of the mangrove ecosystems and the aquatic pollution). Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Granma. Carretera de Manzanillo Km. 17 ½. Bayamo. Granma. CP 85100. Cuba.
- FUNIBER. 2010. Gestión ambiental de la empresa., Fundación Universitaria Iberoamericana. Campus Virtual.
- Galván, C. 2014. Clasificación de estuarios a diferentes escalas espaciales mediante la integración de modelos físicos y biológicos. Tesis doctoral. E.T.S. ingenieros de caminos, canales y puertos dpto. De ciencias y técnicas del agua y del medio ambiente.
- García de Jalón, D. & González del Tánago, M. 1986. Métodos Biológicos para el Estudio de la Calidad de las Aguas – Aplicación a la Cuenca del Duero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza – Monografías 45. Madrid.
- García, M., & Retamales, R. 2007. Ictioplancton y peces del estuario del río Chone, Manabí, Ecuador, durante enero 2006-marzo 2007.

- Greenpeace. 2003. La huella del consumo español de langostinos de cultivo (en línea). Madrid, Greenpeace. Consultado 26 nov. 2009. Disponible en <http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/la-huella-del-consumo-espanol.pdf>
- Hamilton, S. 2011. The Impact of Shrimp Farming on Mangrove Ecosystems and Local Livelihoods Along the Pacific Coast of Ecuador. The University of Southern Mississippi. The Aquila Digital Community.
- Herrera, J. & Morales, S. 2009. Evaluation of the health status of a coastal ecosystem in southeast Mexico: assessment of water quality, phytoplankton and submerged aquatic vegetation. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 59, pp. 72-86., 2009.
- Hernandez, P. & Solis-Weiss, V. 1995. Algunas comunidades macrobénticas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Términos, Golfo de México. *Revista Biología Tropical*, 43, pp.122–124.
- Hektoen, H., Berge, A., Hormazabal V & Yndestad, M. 1995. Persistence of antibacterial agents in marine sediments. *Aquaculture* 133: 175-184
- Hinselhoff, W. 1998. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal North American Benthological Society*. (7)7. 65-68.
- Hurtado, S., García, F. & Gutiérrez, P. 2005. Importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos de la subcuenca del río San Juan, Querétaro, México. *Folia Entomol.* 44 (3): 271-286.
- Keen, A. M. 1971. Sea shell of thropical West America, Marine mollusks from Baja California to Peru. Standfor University Press, stanfor California X: 1064 pp.
- La Manna & Ludmila. 2007. Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región Andino-Patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo. *Ciencia del suelo* 25.2 (2007): 179-188.

- Lee, S. 1999. Tropical mangrove ecology: Physical and biotic factors influencing ecosystem structure and function. *Australian Journal of Ecology*, vol. 24, pp. 355-366.
- Levin, L. A., W. Ekau, A. J. Gooday, F. Jorissen, J. J. Middelburg, S. W. A. Naqvi, C. Neira, N. N. Rabalais and J. Zhang. 2009. Effects of natural and human-induced hypoxia on coastal benthos. *Biogeosciences* 6(10): 2063-2098.
- Lucero, C., Bolívar, G., Neira, R., Peña, E. 2008. Utilización de la macrofauna bentónica como indicador de calidad ambiental en la desembocadura del río anchicaya, pacífico colombiano *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, núm. 7, enero-diciembre, pp. 94-101 Universidad del Valle Cali, Colombia.
- Lucero, C., J. Cantera & R. Neira. 2012. Pesquería y crecimiento de la piangua (Arcoida: Arcidae) *Anadara tuberculosa* en la Bahía de Málaga del Pacífico colombiano, 2005-2007. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)*. Vol.60 (1): 203-217.
- Macintosh, J. 1984. Ecology and productivity of Malaysian mangrove crab populations (Decapoda: Brachyura)., de *Proceedings of the Asian Symposium on Mangrove Environment*. Malaya: UNESCO.
- Marriot G. & Baquero. L. 2003. Análisis del sector camaronero. *Apuntes de economía* N°29, junio.
- Margalef, D. 1969. *Perspective in Ecological Theory*. Chicago Univ. Press, II 1 pp.
- McLusky, D.S. 1971. *Ecology of estuaries*. Heinemann, London
- Metcalf, K. N. & Glasby, C. J. 2008. Diversity of Polychaeta (Annelida) and other worm taxa in mangrove habitats of Darwin Harbour, northern Australia. *Journal of Sea Research*, 59(1-2), pp.70-79.
- MAE. 2012. Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador. <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf>. Ministerio del Ambiente.

- Menéndez, L. (J'. Proy.). 2000. Bases Ecológicas para la Restauración de Manglares en Áreas Seleccionadas del Archipiélago Cubano y su relación con los Cambios Climáticos Globales (Código 01302123). Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano.
- Montalván, B. 2019. “Análisis del sector camaronero y su incidencia en los bosques de manglar en Ecuador”. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS.
- Monserrate, M. B., & Medina, C. J. 2012. Estudio de condiciones físicas, químicas y biológicas en la zona intermareal de dos sectores del estero salado con diferentes desarrollos urbanos.
- Mora, E. 1989. Moluscos de importancia comercial en el Ecuador: Estado actual y sus perspectivas. Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste, Viña del Mar. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Rev. Pacífico Sur (Número Especial): 435-454.
- Mora, E. & J. Moreno. 2008. Variación temporal de las densidades de *Anadara tuberculosa* y *A. similis* (Bivalvia: Arcidae) en el ecosistema manglar de la costa ecuatoriana. Informe Técnico, Instituto Nacional de Pesca (INP).
- Moreno, J & Ruiz, W. 2010. Situación actual del guariche *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) en el estuario del río Chone, Manabí durante ABRIL 2009 – 2010.
- Muniz, P., Lana, P., Venturini, N., Elias, R., Vallarino, E., Bremec, C., Martin, C., Sandrini Neto L. 2013. Un manual de protocolos para evaluar la contaminación marina por efluentes domésticos. (Pag, 31).
- Newman, M. 2003. The structure and function of complex networks. SIAM review 45.2 (2003): 167-256.
- Ocampo-Thomason, P. 2006. Mangroves, People and Cockles: Impacts of the ShrimpFarming Industry on Mangrove Communities in Esmeraldas Province, Ecuador. *In Environment and Livelihoods in Tropical Coastal Zones: Managing Agriculture-*

- Fishery-Aquaculture Conflicts (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series)*, eds. C. T. Hoanh, T. P. Tuong, J. W. Gowing & B. Hardy, 140 - 153. London: Oxford University Press.
- Odum, W. E. & E. J. Heald. 1972. Trophic Analyses of an Estuarine Mangrove Community. *Bulletin of Marine Science*, 22, 671-738.
- Olson, M. 1996. A conservation assessment of mangrove ecosystems of Latin America and the Caribbean. The WWF and United States Fish and Wildlife Fund. Washington, DC. USA.
- Olsen, S.B., Padma, T.V. & Richter, B.D. 2006. *Guía para el Manejo del Flujo de Agua Dulce a los Estuarios*. Washington DC. :USAID, The Nature Conservancy, The Coastal Resource Center – University of Rhode Island Washington DC.
- Ovando, M. 2014. La Acuicultura y sus efectos en el medio ambiente. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Disponible en: [http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num3/pdf/articulo\\_acuicultura.pdf](http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num3/pdf/articulo_acuicultura.pdf). Fecha de Consulta: 08 de septiembre de 2015.
- Pappuccio de Vidal, S. 2004. Acceso a los Alimentos, Crisis Ambiental y Relaciones de Género. Un Análisis de los Impactos de la Actividad Camaronera en Muisne, Esmeraldas, Ecuador. Tesis de Maestro en Ciencias Sociales con Mención en Estudios Ambientales. Quito, EC, FLACSO. 102 p.
- PLA, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INCI [online]. 2006, vol.31, n.8 [citado 2015-05-15], pp. 583-590. disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&nrm=iso). ISSN 0378-1844 <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>
- Paredes, P. 2011. Determinación de la concentración de hidrocarburos en las aguas superficiales y sedimentos y su relación con *Capitella capitata* para conocer la contaminación del estuario del río Chone.

- Penagos, F. 2013. Guía ilustrada Moluscos marinos gasterópodos y lamelibranquios de la costa de Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Colección Jaguar.UNICACH. 1era Edición., pp.30–50.
- Pérez, J. & Armendáriz, O. 2006. Análisis de la Industria Camaronera y su Comportamiento Crediticio. Estudio Sectorial y Crediticio. República del Ecuador Estudio Sectorial y Crediticio Superintendencia de Bancos y Seguros Subdirección de Estudios. Junio. [jperez@superban.gov.ec](mailto:jperez@superban.gov.ec) y [oarmendariz@superban.gov.ec](mailto:oarmendariz@superban.gov.ec). [http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/articulos\\_financieros/Estudios%20Sectoriales/analisis\\_industria\\_camaronera.pdf](http://www.sbs.gob.ec/medios/PORTALDOCS/downloads/articulos_financieros/Estudios%20Sectoriales/analisis_industria_camaronera.pdf).
- Peña, E. 2009. El cultivo de camarón y la calidad ambiental: ¿Cómo disminuir sus efectos nocivos en las costas de Nayarit? Revista Fuente vol. 1, No. 1, Diciembre, 2009. [http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/0101/el\\_cultivo\\_de\\_camaron\\_y\\_la\\_calidad\\_ambiental.pdf](http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/0101/el_cultivo_de_camaron_y_la_calidad_ambiental.pdf)
- PMRC. 1993. Plan de Manejo de la ZEM: Bahía-San Vicente-Canoa. Programa de Manejo de Recursos Costeros, Ecuador.
- Samuelsen, O. B. 1989. “Degradation of Oxytetracycline in Seawater at Two Different Temperatures and Light Intensities, and the Persistence of Oxytetracycline in the Sediment from a Fish Farm” en *Aquaculture*. Vol. 83, Núm. 1-2, pp. 7-16.
- Saravanakumar, A., Sesh Serebiah, J., Thivakaran, G. & Rajkumar, M. 2007. Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of gulf of Kachchh-Gujarat. *Journal of Ocean University of China*, 6(3), pp.305–306.
- Shervette, V. R., W. E. Aguirre, E. Blacio, R. Cevallos, M. Gonzalez, F. Pozo & F. Gelwick 2007. Fish Communities of a Disturbed Mangrove Wetland and an Adjacent Tidal River in Palmar, Ecuador. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 72, 115-128.
- Rabalais, N. N., R. E. Turner, B. K. Sen Gupta, D. F. Boesch, P. Chapman and M. C. Murrell 2007. Hypoxia in the northern Gulf of Mexico: Does the science support the Plan to Reduce, Mitigate, and Control Hypoxia? *Estuaries and Coasts* 30(5): 753-772.

- Román A. 2001. Ecuador: Manglares y camarónicas (en línea). Boletín del Movimiento Mundial por los Bosques (WRM) no. 51. Consultado el 12 jun. 2009. Disponible en <http://www.wrm.org.uy/boletin/51.htm#Ecuador>.
- Romero, N. 2014. Neoliberalismo e industria camarónica en Ecuador. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* N.º 15, marzo de 2014, pp. 55-78
- Thiel, M. & Norenburg, J. 2009. Nemertea-Gusanos Cintiformes. En *Fauna marina bentónica de la Patagonia Chilena: guía de identificación ilustrada*, pp. 370–380.
- Treviño, L. 2008. Crecimiento y sobrevivencia de la Ostra Perlífera (*Pteria sterna*) en Cultivo suspendido flotante en la desemboadura del Estuario del Río Chone, provincia de Manabí.
- Tobey, J., Jason, C. & Philippe, V. 1998. *Impactos Económicos, Ambientales y Sociales del Cultivo de Camarón en Latinoamérica*. Reporte de manejo costero #2202 – Junio 1998, USAID/G/ENV y Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island.
- Vannote, R., Minshall, G., Cummins, K., Sedell, J. & Cushing, C. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- Veach, K. 1996. Gender, Resource Use, Conservation Attitudes and Local Participation in Mangrove Fishing Villages in Northern Esmeraldas Province, Ecuador. In *Center for Latin American Studies*, 151. Gainesville, FL: University of Florida.
- Villamar, F. 2006. Estudio Taxonómico y Distribución de los Poliquetos Bentónicos en la Zona Intermareal de las Provincias de Esmeraldas y Manabí (Ecuador). *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. 13 (1): 169 – 197.
- Villamar, C. 2000. Acuicultura orgánica-ecológica: Aplicación de productos naturales en sustitución de químicos en los procesos de cría de camarones en cautiverio. Artículo publicado en la *Revista AquaTIC* n° 10, junio 2000.

Walters, B., Ronnback, P., Kovacs, J., Crona, B., Hussain, S., Badola, R., Primavera, J., Barbier, E. & Dahdouh- Guebas, F. 2008. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany* 89: 220-236.

<http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/269997-manabi-aporta-el-10-de-la-produccion-camaronera/>

Yáñez-Arancibia, A., Twilley, R & Lara-Domínguez, A. (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2), 1998:3-19.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Encuesta realizada para la presente la investigación

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA ESCUELA DE POSGRADO MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES		
Proyecto de tesis:	Efecto de la acuicultura de camarón marino, sobre macrobentos en zonas de manglar del estuario del río Chone, Manabí, Ecuador	
1. ¿Usted realiza actividades relacionadas con la extracción de recursos del estuario del río Chone?		
Opciones	Número de personas	%
Si:	45	90
No:	5	10
2. ¿Con qué frecuencia usted realiza las actividades de extracción de recursos?		
una vez a la semana	10	20
dos veces a la semana	7	14
cada 15 días	33	66
3. ¿Cuál es la principal zona de extracción de recursos en el estuario?		
Estuario alto:	14	28
Estuario medio:	18	36
Estuario bajo:	18	36
4. ¿Qué tipo de actividades usted realiza en el estuario, que se relacionen como medio de subsistencia?		
Captura de cangrejos	17	34
Pesca artesanal	18	36
Extracción de moluscos	10	20
Otra	5	10
5. ¿Cómo valora el nivel de producción del estuario. Según los recursos biológicos encontrados?		
Bajo nivel de recursos biológicos	45	90
Medio nivel de recursos biológicos	5	10
Alto nivel de recursos biológicos	0	0
6. ¿Qué hace usted con las especies capturadas que extrae del estuario?		
Consumo personal	28	56
Venta en el mercado local	22	44
7. ¿Qué opina usted(es) del cultivo de camarón?		
Mala	45	90
Buena	3	6
Muy buena	2	4
8. ¿Cree usted que el cultivo convencional de camarón ha incidido en la productividad natural del estuario?		
Si	47	94
No	3	6
9. ¿De qué forma ha incidido el cultivo de camarón en su estilo de vida?		
Negativa	45	90
Positiva	5	10
Entrevistado:		
Comunidad:		
Fecha:		
Total de personas entrevistadas	50	

Anexo 2. Familias y total de individuos registrados durante la época seca y lluviosa respectivamente

PHYLLUM	CLASE	FAMILIA	ÉPOCA SECA	ÉPOCA DE LLUVIA
Mollusca	Bivalvia	<i>Veneridae</i>	161	242
		<i>Corbulidae</i>	36	44
		<i>Tellinidae</i>	53	47
		<i>Macluridae</i>	49	47
		<i>Solecurtidae</i>	14	44
		<i>Crassatellidae</i>	8	8
		<i>Calyptraeidae</i>	8	11
		<i>Donacidae</i>	2	3
		<i>Arcidae</i>	3	3
		<i>Anomiidae</i>	1	1
	<i>Semelidae</i>	7	4	
	Gastropoda	<i>Naticidae</i>	12	10
		<i>Columbellidae</i>	192	171
		<i>Olividae</i>	10	8
		<i>Potamididae</i>	58	75
		<i>Ficidae</i>	7	4
		<i>Muricidae</i>	4	4
		<i>Epitoniidae</i>	3	6
		<i>Littorinidae</i>	1	4
		<i>Planorbidae</i>	8	4
<i>Patellidae</i>		9	4	
Arthropoda	Crustacea	<i>Archaeobalanidae</i>	32	17
		<i>Ocypodidae</i>	39	66
		<i>Xanthidae</i>	20	60
		<i>Penaeidae</i>	3	7
Anelida	Polichaeta	<i>Nereididae</i>	545	744
		<i>Spionidae</i>	4	3
		<i>Capitellidae</i>	38	15
		<i>Opheliidae</i>	7	3
		<i>Maldanidae</i>	21	11
		<i>Oweniidae</i>	2	3
		<i>Lumbrineridae</i>	37	16
	Oligochaeta	<i>Enchytraeidae</i>	3	14
		<i>Tubificidae</i>	6	3
Nemertea	Palaeonemertea	<i>Tubulanidae</i>	5	7
	Anopla	<i>Lineidae</i>	1	5
	Enopla	<i>Malacobdellidae</i>	3	5
<b>TOTAL</b>			1428	1740

Anexo 3. Promedios de diversidad, riqueza y equidad en las áreas y puntos de muestreo durante las épocas seca y lluviosa

Estuario bajo											
Estaciones	Transecto	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL
		S	S	N	N	H'	H'	r	r	e	e
E-1	E1-T1	14	12	13,64	43,5	3,14	2,03	4,98	2,92	0,83	0,57
	E1-T2	10	15	12,65	14,8	2,69	3,43	3,55	5,20	0,82	0,89
	E1-T3	10	12	15,65	26,8	2,67	2,76	3,27	3,35	0,81	0,78
E-2	E2-T1	4	18	2,68	28,1	1,98	2,74	3,04	5,10	1,00	0,66
	E2-T2	5	9	18,32	17,9	1,73	1,76	1,38	2,77	0,75	0,56
	E2-T3	8	11	11,33	12,1	2,78	2,44	2,88	4,01	0,93	0,71
E-3	E3-T1	16	15	63,33	29,5	2,82	2,24	3,62	4,14	0,71	0,58
	E3-T2	16	21	41,34	29,7	3,47	3,41	4,03	5,90	0,88	0,78
	E3-T3	8	8	15,66	9	2,81	2,74	2,54	3,19	0,95	0,92
Estuario medio											
Estaciones	Transecto	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL
		S	S	N	N	H'	H'	r	r	e	e
E-4	E4-T1	11	12	21,32	21,10	2,22	2,68	3,27	3,61	0,65	0,75
	E4-T2	10	14	10,98	14,60	2,93	3,14	3,76	4,85	0,89	0,83
	E4-T3	8	8	6,34	8,00	2,88	2,57	3,79	3,37	0,97	0,86
E-5	E5-T1	14	13	11,99	11,80	3,42	3,27	5,23	4,86	0,91	0,89
	E5-T2	7	4	3,65	35,70	2,57	0,61	4,63	0,84	0,92	0,31
	E5-T3	16	13	20,97	25,10	3,27	2,85	4,93	3,72	0,83	0,78
E-6	E6-T1	9	7	23,01	10,00	2,40	2,15	2,55	2,61	0,76	0,77
	E6-T2	9	6	32,67	18,70	1,98	1,82	2,30	1,71	0,63	0,71
	E6-T3	9	10	28,34	13,80	2,21	2,36	2,39	3,43	0,70	0,72
Estuario alto											
Estaciones	Transecto	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL	E-S	E-LL
		S	S	N	N	H'	H'	r	r	e	e
E-7	E7-T1	8	7	11,99	11	1,76	2,04	2,82	2,50	0,59	0,73
	E7-T2	6	11	8,33	20,5	2,15	2,08	2,36	3,31	0,84	0,61
	E7-T3	9	8	6,67	14,3	2,94	2,55	4,22	2,63	0,94	0,86
E-8	E8-T1	11	12	19,99	12,4	2,31	2,83	3,34	4,37	0,67	0,80
	E8-T2	7	10	6,66	38,8	2,50	1,99	3,16	2,46	0,90	0,60
	E8-T3	11	8	8,34	16,9	3,24	2,34	4,72	2,48	0,94	0,79
E-9	E9-T1	9	12	18,33	34,3	2,32	2,62	2,75	3,11	0,74	0,74
	E9-T2	10	12	26,66	24,2	2,31	2,96	2,74	3,45	0,70	0,83
	E9-T3	9	13	14,67	38,3	2,40	2,86	2,98	3,29	0,76	0,78

Anexo 4. Parámetros de calidad de agua: temperatura, salinidad, pH y MO de la época seca (E-S) y lluviosa(E-LL)

<b>Parámetros físicos del estuario del río Chone, época seca 2017 y lluviosa 2018</b>										
<b>Estaciones</b>	<b>E-S T°C</b>	<b>E-LL T°C</b>	<b>E-S Salinidad</b>	<b>E-LL Salinidad</b>	<b>E-S pH</b>	<b>E-LL pH</b>	<b>E-S M.O.%</b>	<b>E-LL M.O.%</b>	<b>E-S O.D</b>	<b>E-LL O.D</b>
E-1	28,63	28,83	24,97	11,79	7,72	8,26	2,24	1,57	5,80	5,64
E-2	28,82	28,92	23,02	10,92	7,83	8,12	1,37	1,30	6,60	4,82
E-3	28,56	29,03	20,87	11,84	7,84	8,17	1,84	1,87	6,59	4,63
E-4	28,98	29,24	13,72	9,80	7,84	7,76	4,89	3,54	7,78	3,47
E-5	28,66	29,51	14,80	5,21	8,02	8,15	3,91	3,15	8,99	4,38
E-6	29,21	29,61	17,12	5,58	8,00	8,25	5,09	3,28	7,57	5,60
E-7	29,04	29,71	5,23	1,65	7,84	8,16	1,73	2,45	9,42	4,66
E-8	29,63	29,43	3,49	5,98	8,12	8,11	3,92	1,70	12,93	4,40
E-9	29,74	29,62	2,84	9,64	8,13	8,19	5,10	2,34	13,16	4,84