



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Presencia de bacterias *Salmonella* spp y *Shigella* spp en moluscos bivalvos del género *Anadara*, extraídos de la zona El Coco e Isla Jambelí.**

**RAMON SOLANO DAMARY DEL CISNE  
INGENIERA ACUICOLA**

**JUMBO GARCIA LINO ISRAEL  
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**Presencia de bacterias Salmonella spp y Shigella spp en moluscos bivalvos del género Anadara, extraídos de la zona El Coco e Isla Jambelí.**

**RAMON SOLANO DAMARY DEL CISNE  
INGENIERA ACUICOLA**

**JUMBO GARCIA LINO ISRAEL  
INGENIERO ACUICOLA**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE ACUICULTURA**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Presencia de bacterias *Salmonella* spp y *Shigella* spp en moluscos bivalvos del género *Anadara*, extraídos de la zona El Coco e Isla Jambelí.**

**RAMON SOLANO DAMARY DEL CISNE  
INGENIERA ACUICOLA**

**JUMBO GARCIA LINO ISRAEL  
INGENIERO ACUICOLA**

**SORROZA OCHOA LITA SCARLETT**

**MACHALA  
2023**

# Tesis final

*por* Lino Israel Jumbo Garcia

---

**Fecha de entrega:** 02-oct-2023 10:59a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2183399220

**Nombre del archivo:** Tesis\_final-turnitin.docx (46.4K)

**Total de palabras:** 6268

**Total de caracteres:** 33552

# Tesis final

## INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://up-rid.up.ac.pa">up-rid.up.ac.pa</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="https://ucipfg.com">ucipfg.com</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://www.colombiacompra.gov.co">www.colombiacompra.gov.co</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://contraloriagdeant.gov.co">contraloriagdeant.gov.co</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://repositorio.utmachala.edu.ec">repositorio.utmachala.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://repositorio.unicauca.edu.co:8080">repositorio.unicauca.edu.co:8080</a> Fuente de Internet	<1%

10	<a href="http://cotarko.myftp.info">cotarko.myftp.info</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://revistas.udc.es">revistas.udc.es</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.engormix.com">www.engormix.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Santiago Eduardo Pabón Guerrero, Ricardo Benítez Benítez, Rodrigo Andrés Sarria Villa, José Antonio Gallo Corredor. "Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión", Entre ciencia e ingeniería, 2020 Publicación	<1 %
17	<a href="http://agris.fao.org">agris.fao.org</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.proyectobarloa.org">www.proyectobarloa.org</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://prezi.com">prezi.com</a> Fuente de Internet	<1 %

20 [worldwidescience.org](http://worldwidescience.org) <1 %  
Fuente de Internet

---

21 [www.cibnor.org](http://www.cibnor.org) <1 %  
Fuente de Internet

---

22 [www.fundisa.org](http://www.fundisa.org) <1 %  
Fuente de Internet

---

23 [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) <1 %  
Fuente de Internet

---

24 [www.semanticscholar.org](http://www.semanticscholar.org) <1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas  Activo

Excluir bibliografía  Activo

Excluir coincidencias  Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, RAMON SOLANO DAMARY DEL CISNE y JUMBO GARCIA LINO ISRAEL, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Presencia de bacterias Salmonella spp y Shigella spp en moluscos bivalvos del género Anadara, extraídos de la zona El Coco e Isla Jambelí., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



RAMON SOLANO DAMARY DEL CISNE

0706313434



JUMBO GARCIA LINO ISRAEL

0706035847

UNIVERSITAS  
MAGISTRO-  
RUM  
ET SCHOLAR-  
IUM



## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a dios por haberme dado la oportunidad de concluir esta investigación y haberme dado las fuerzas para superar los obstáculos que a lo largo de este ensayo se fueron presentando.

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres porque siempre estuvieron conmigo en cada paso que daba, que de una u otra manera confiaron en mi desde que comencé mi etapa universitaria, se presentaron algunas adversidades, pero ese no fue el motivo de no seguir adelante hasta conseguir el logro más importante de cada joven que es su reconocimiento de haber cursado la universidad.

Finalmente, muy agradecido por los consejos brindados de mi tutora de tesis, Dra. Lita Sorroza que supo confiar en mí y en mi compañera para poder llevar a cargo este proyecto y con prudencia acatando cada una de sus observaciones.

*Lino Jumbo García.*

Quiero agradecer a Dios, quien ha sido mi guía durante todo este tiempo y me ha dado la fuerza y valentía para continuar, a mis padres que sin duda nada de esto sería posible sin su apoyo incondicional, son lo que más amo y admiro, por eso expreso mi gratitud en este trabajo.

Doy gracias a la vida por permitirme culminar con la etapa en la universidad, a cada persona que me apoyo para poder realizar este trabajo, a mi compañero de tesis ya que, a pesar de las dificultades, siempre hemos podido continuar y salir adelante juntos, me llevo un sin número de experiencias gratas.

Sin duda no puede faltar mi tutora, Dra. Lita Sorroza, quiero poder agradecerle por sus consejos y sugerencias, gracias por la paciencia y confianza que me brindo desde el inicio hasta el final.

Gracias a la Universidad Técnica de Machala y muy especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias junto con cada docente que me formo durante toda la carrera de ingeniera.

*Damary Ramón Solano.*

## **DEDICATORIA**

Lleno de amor y regocijo, dedico este proyecto a mis seres queridos, quienes han sido mis pilares de poder seguir adelante.

A mis padres Lino Jumbo y Carmen García por estar siempre conmigo brindándome todo su apoyo inconmensurable y por haberme enseñado que los triunfos se obtienen con dedicación y esfuerzo.

A mis amigos que siempre estuvieron para ayudarme, que de broma en broma me daban fuerzas de aliento diciendo (ya te falta poco “inge”, tú puedes).

*Lino Jumbo García.*

Este trabajo con mucho esfuerzo se lo dedico a mi mamá Carmen Solano y a mi papá Javier Ramón, son mi tesoro más grande, se lo merecen por cada esfuerzo que realizaron para brindarme mis estudios y ayudarme a no desistir en el camino, este logro no es solo mío, si no suyo también.

Dedico este trabajo también a mi amor Jordy Andrés López, porque siempre creyó en mí y me alentó a seguir adelante, no hay texto que describa todo lo que hizo por mí, desde mis inicios de la carrera, así que este logro también va por ti cariño.

Al final solo puedo decir que el camino no fue fácil, había muchos obstáculos, sin embargo, doy gracias a cada tropiezo que tuve, hoy me hicieron más fuerte y mejor persona.

*Damary Ramon Solano.*

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	12
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
3.	JUSTIFICACIÓN .....	15
4.	OBJETIVOS .....	17
5.	HIPÓTESIS.....	18
6.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	19
6.1	¿Qué son los moluscos? .....	19
6.2	Clasificación de los moluscos .....	20
6.2.1	Polyplacophora .....	20
6.2.2	Gasterópoda .....	20
6.2.3	Cephalopoda .....	21
6.2.4	Bivalvia.....	21
6.3	Sistemática de las especies en estudio .....	22
6.3.1	Anadara tuberculosa.....	22
6.3.2	Anadara Similis.....	23
6.3.3	Anadara Grandis .....	24
6.4	Contaminantes en el mar.....	26
6.4.1	Metales pesados .....	27
6.5	Agentes patógenos que afectan la salud de los seres humanos.....	29
6.5.1	Bacterias.....	29
6.5.2	Coliformes.....	29
6.5.2.1	Género Escherichia coli .....	30
6.5.2.2	Género Salmonella spp .....	32
6.5.2.3	Género Shigella.....	33
7.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
7.1	Materiales y equipos .....	36

7.2	Área de estudio .....	37
7.3	Metodología .....	38
7.4	Análisis microbiológico de la muestra.....	41
7.5	Procedimiento estadístico .....	41
8.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	43
9.	CONCLUSIONES .....	50
10.	RECOMENDACIONES.....	51

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Anatomía interna de un molusco bivalvo.....	19
<b>Figura 2.</b> Vista exterior e interior de <i>Anadara tuberculosa</i> mostrando los tubérculos.....	23
<b>Figura 3.</b> Morfología externa de <i>A. grandis</i> .....	25
<b>Figura 4.</b> Zona de la isla Jambelí. ....	37
<b>Figura 5.</b> Zona del coco. ....	37
<b>Figura 6.</b> Mapeo de la zona de la isla Jambelí. (Puntos seleccionados para la extracción de ejemplares).....	39
<b>Figura 7.</b> Mapeo de la zona de la zona del Coco. (Puntos seleccionados para la extracción de ejemplares).....	41
<b>Figura 8.</b> Gráfico en barras, presentando la comparación de la carga bacteriana en los diferentes puntos de la isla Jambelí. ....	44
<b>Figura 9.</b> Gráfico en barras, presentando la comparación de la carga bacteriana en los diferentes puntos de la zona de El coco.....	46
<b>Figura 10.</b> Gráfico de barras demostrando la comparación de salmonella en los diferentes puntos de ambas zonas de estudio. ....	48
<b>Figura 11.</b> Grafico de barras demostrando la comparación de shigella en los diferentes puntos de ambas zonas de estudio.....	49

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía de <i>Anadara tuberculosa</i> .....	22
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía de <i>Anadara similis</i> . ....	24
<b>Tabla 3.</b> Taxonomía de <i>Anadara grandis</i> . ....	25
<b>Tabla 4.</b> Clasificación taxonómica de coliformes.....	30
<b>Tabla 5.</b> Criterios para la clasificación de áreas de cosecha de moluscos bivalvos.....	31
<b>Tabla 6.</b> Bacterias encontradas en la isla Jambelí (UFC/g) .....	44
<b>Tabla 7.</b> Bacterias encontradas en la zona del Coco (UFC/g) .....	45

## RESUMEN

La Acuicultura es un campo muy desarrollado en donde podemos encontrar una multitud de organismos como las conchas, mejillones, cangrejos, peces, entre otros, a su vez estos son muy apetecidos por los consumidores, generalmente los bivalvos presentan un buen sabor y la población los prefiere por su alto contenido en proteínas y minerales. En la gastronomía ecuatoriana se consumen de diversas formas, una de ellas es en ceviche que puede ser cocido o de forma cruda.

Los moluscos bivalvos son organismos filtradores y sésiles, con más de 60,000 especies, estos animales pueden almacenar en la masa visceral un sin número de microorganismos como el fitoplancton y zooplancton que es su alimento natural, pero también gran cantidad de bacterias muchos de ellas suelen ser patógenos y al ser consumido por los humanos representarían un alto riesgo para su salud. La recolección de moluscos bivalvos es muy frecuente en la provincia de El Oro, estos son extraídos del ecosistema de manglar que muchas veces están contaminados por metales pesados, coliformes totales y otras sustancias producto de las actividades antropogénicas ejercidas por el hombre. Al existir esta contaminación en las zonas costeras los moluscos que se extraen mediante la pesca artesanal, podrían estar expuestos a patógeno bacterianos los cuales afecta a la salud humana ocasionando enfermedades como la gastroenteritis aguda, shigelosis, salmonelosis y que causan síntomas como vómitos, náusea, diarrea y cólicos estomacales. Posiblemente esta contaminación por este tipo de microorganismos se da porque en la Provincia de El Oro no existe una planta procesadora de aguas residuales.

En algunos países de América Latina han implementado practicar los códigos de buenas prácticas, como por ejemplo depurar los animales para así poder disminuir la carga bacteriana en moluscos y este pueda ser consumido sin dañar al ser humano.

Por tal motivo, en esta investigación se plantea el objetivo de: Evaluar la presencia de bacterias Entéricas en los moluscos bivalvos del género *Anadara* en distintos puntos de la zona del Coco y la isla Jambelí, mediante análisis microbiológicos para constatar la presencia de agentes patógenos.

Para ello se recolectaron ejemplares del género de las *Anadara*, en 5 puntos distintos tanto de la zona de El coco como de la Isla Jambelí, y con la ayuda de la colorimetría basada en el agar Salmonella-Shigella se pueden identificar diferentes tipos bacterianos.

En cuanto a los resultados todos los puntos muestran contaminación por diversos grupos de enterobacterias, siendo la que más predomina *Salmonella spp* y *Escherichia coli* que sobrepasa los límites permitidos por las normativas de seguridad alimentaria. Finalmente se concluye que la zona más contaminada en los puntos de estudio, es la Isla Jambelí en comparación a la de El Coco, lo cual resulta en una posible afectación al ser humano por el consumo de estos bivalvos.

**Palabras clave:** moluscos bivalvos, bacterias, *Salmonella*, *Shigella*, organismos.



## **ABSTRACT**

Aquaculture is a very developed field where we can find a multitude of organisms such as shells, mussels, crabs, fish, among others, at the same time these are very much desired by consumers, usually the bivalves since they have a high amount of protein and minerals, the vast majority of the population prefers them raw, for their excellent taste in many dishes of Ecuadorian gastronomy. The bivalve molluscs are filtering and sessile organisms, it is one of the most extensive, with more than 60,000 species, these animals can store in the visceral mass a number of microorganisms such as phytoplankton and zooplankton that is their natural food, but many of them are usually pathogenic and when consumed by humans would represent a high risk to their health. The collection of bivalve molluscs is very common in the province of El Oro, these are extracted from mangroves that are often contaminated by heavy metals, total coliforms and other anthropogenic activities exercised by man. The presence of this contamination in the coastal areas of molluscs, which are sold and consumed raw by people, both artisanal fishers and manual mollusc harvesters and the general population, who are exposed to diseases such as acute gastroenteritis, shigellosis, salmonellosis and symptoms such as vomiting, nausea, diarrhoea and stomach cramps, is due to the absence of a sewage treatment plant in the province of El Oro. In some Latin American countries, codes of good practice have been implemented in order to reduce the bacterial load in molluscs so that they can be consumed without harming humans.

For this reason, the aim is to: Evaluate the presence of enteric bacteria in bivalve molluscs of the genus *Anadara* at different points of the Coco area and Jambelí Island, by means of microbiological analyses to verify the presence of pathogens.

For this purpose, specimens of the genus of *Anadara* were collected from 5 different points both in the area of El coco and on Isla Jambelí, and with the help of colorimetry based on the Salmonella-Shigella agar it is possible to identify the different bacterial types.

As for the results, all points show contamination by various groups of enterobacteria, the most prevalent being *Salmonella* spp and *Escherichia coli* exceeding the limits allowed by food safety regulations. Finally, it is concluded that the most polluted area is Jambelí Island compared to El Coco, which is a possible impact by the consumption of these bivalves.

**Keywords:** Bivalve mollusks, bacteria, *Salmonella*, *Shigella*, organisms.

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es uno de los campos más diversos que existen a nivel mundial puesto que abarca gran cantidad de fauna (peces, crustáceos y moluscos), siendo este recurso una fuente sustentable económicamente para el país a su vez este representa un ingreso hacia la comunidad de pescadores artesanos, proporcionando fuentes de trabajo y sustento a sus hogares.

Los moluscos son un grupo monofilético, representan varias agrupaciones entre ellos tenemos los Gasterópodos que son caracterizados por presentar una sola valva en este grupo están las babosas y caracoles, luego tenemos a los Bivalvos, estos a diferencia del grupo anterior tienen dos valvas, como por ejemplo las ostras, conchas y mejillones y los Cefalópodos este grupo no presentan valvas, pero cuenta con varios tentáculos alrededor de su boca como los pulpos y calamares (Darrigan, 2013).

La recolección de moluscos bivalvos es considerada una actividad frecuente en la Provincia del Oro. Entre ellas destacan 3 especies tales como *A. similis*, *A. tuberculosa* y *A. grandis*. Sin embargo, estos organismos al ser filtradores, pueden ser indicadores de contaminación de los manglares ya que se pueden alojar internamente diversos tipos de microorganismos, entre ellos las bacterias entéricas, al igual que otros contaminantes tales como los metales pesados (Mercurio, Cadmio, Plomo). Todos estos contaminantes se deben a que no hay control de desechos de la minería, ni en zonas urbanas lo que contribuye a que todas las descargas de aguas residuales vayan directamente al mar.

En los seres humanos y algunos animales presentan en su intestino una microbiota muy variada en la que abunda la familia de las Enterobacteriaceae y como género preeminente tenemos a *Escherichia coli* la cual puede habitar de manera natural pero también es cierto que pueden ser

adquiridas mediante el consumo de alimentos infestados tales como los moluscos que al ser organismos que retienen y filtran activamente las partículas del agua (incluyendo bacterias) se ven asociados por múltiples patógenos oportunistas, es por eso que estos animales actúan como un indicativo de contaminación fecal y evidencian la carga de *E. coli* y las enterobacterias que pueden estar presentes en la columna de agua (Grevskott et al., 2017).

La presencia de bacterias entéricas, también conocidas como coliformes totales fecales son responsables de causar estragos en el bienestar de los seres humanos en el cual un gran ejemplo es la meningitis e infecciones gastrointestinales, urinarias y en el torrente sanguíneo. La *salmonella* es una bacteria patógena muy resistente que se la puede encontrar en diferentes tipos de alimentos incluyendo los moluscos cuando estos han sido consumidos de forma cruda. El *Vibrio* es también considerada como indicadora de contaminación habitando de una manera libre en el agua o presente en los sedimentos, puede provocar en los humanos gastroenteritis aguda (inflamación en el intestino) por consumo directo del producto (Bermúdez et al., 2021).

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Provincia del Oro, en la parroquia de Puerto Bolívar los problemas sanitarios en el área de los moluscos bivalvos han ocasionado grandes inconvenientes en la salud de la población, esto debido muchas veces a la contaminación de los mares ya sea por las descargas de aguas residuales, falta de tratamiento de desechos plásticos y con la presencia de metales pesados que se encuentran en el agua y en el suelo. Como principales contaminantes están los de origen microbiológico (coliformes termotolerantes y totales).

Los moluscos bivalvos se caracterizan por ser organismos sésiles y filtradores los cuales en su hábitat natural van a consumir microorganismos de la familia Enterobacteriaceae (*Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*) que se encuentren presentes, siendo este un vector que transmite enfermedades cuando son ingeridas puede provocar síntomas en la salud humana, una de estas puede ser diarrea, vomito y nauseas.

Para delimitar el consumo de moluscos bivalvos contaminados, algunos países del continente americano se han visto forzados a realizar códigos de buenas prácticas para disminuir la carga bacteriana y que este organismo sea saludable para su consumo sin presentar algún problema en la salud pública.

### 3. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador se practica la pesca artesanal de moluscos bivalvos como una fuente alternativa para la sostenibilidad del hogar, también se comercializa y se lo encuentra como materiales de artesanía. Estos organismos son utilizados para la venta de diferentes comidas en donde existe poca cocción de alimentos que implica la presencia de microorganismos bacterianos presentes en su masa visceral ocasionando perjuicios en el bienestar de la población.

Este organismo se ve afectado por la alteración de ríos y mares que a su vez infectan el ecosistema del mismo, provocado por la contaminación procedente de desagües domésticos. La contaminación por materia fecal sigue siendo uno de los principales causantes para el incremento de microorganismos patógenos por la razón de que en la provincia de El Oro no cuenta con una planta de tratamientos de aguas residuales.

Una de las fuentes de contaminación en los estuarios es provocado por las diversas actividades antropogénicas, las que más resaltan son: la minería, acuicultura y sobrepesca que se ha visto involucrado en los grandes impactos dentro de la diversidad biológica como en bienestar de los humanos. El alto índice de contaminación ha conllevado distintas alteraciones en la vida de los estuarios, siendo una de las principales áreas donde se recolecta la mayor parte de proteínas para el consumo humano.

La actividad acuícola tiene mucho que ver en la contaminación puesto que muchas de ellas han sido construidas cerca de un brazo de mar o irrumpiendo en los mismos ecosistemas de manglar logrando que todas sus descargas vayan directamente donde habitan gran diversidad de organismos acuáticos.

En consecuencia, a los perjuicios ocasionados por los diversos contaminantes se realizará una evaluación de registro sanitario en la zona de extracción de estos organismos para conllevar a una concientización a la ciudadanía evitando así la contaminación de los estuarios y que las autoridades competentes implementen estrategias para el tratamiento de aguas residuales y de este modo garantizar la salud del consumidor.

## 4. OBJETIVOS

### Objetivo general

Evaluar la presencia de bacterias Entéricas en los moluscos bivalvos del género *Anadara* en distintos puntos de la zona del Coco y la isla Jambelí, mediante análisis microbiológicos para constatar la presencia de agentes patógenos.

### Objetivos específicos:

- Identificar en las especies de *Anadara* la presencia de microorganismos bacterianos patógenos para humanos.
- Determinar si en los puntos seleccionados existe la presencia de enterobacterias.
- Comparar la carga bacteriana en los distintos puntos de estudio.



## **5. HIPÓTESIS**

Los manglares están contaminados con bacterias entéricas debido a que la provincia de El Oro no cuenta con un sistema de depuración de aguas residuales.

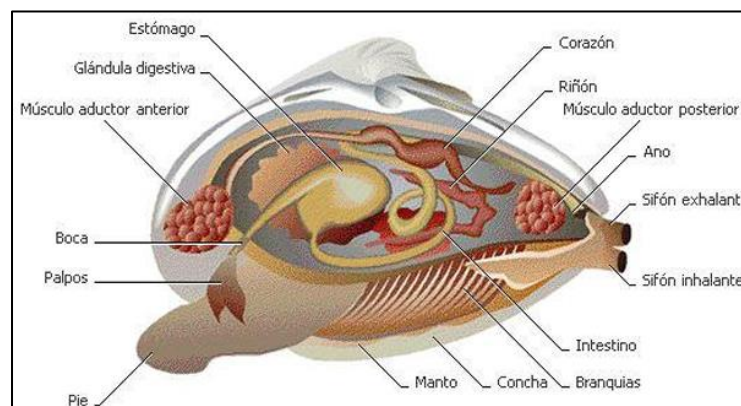
# CAPÍTULO I

## 6. REVISIÓN DE LITERATURA

### 6.1 ¿Qué son los moluscos?

Estos tipos de organismos son principalmente invertebrados, de cuerpo blando en donde la mayoría de los moluscos contienen una cabeza, masa visceral y un pie. Con más de 60,000 especies, los moluscos que existen en la actualidad son definidos como un grupo monofilético con ocho tipos de clases. Los gasterópodos están conformados por una sola valva que generalmente se encuentra enrollada como un espiral. Por otro lado, los moluscos bivalvos que poseen dos valvas unidas lateralmente contienen dientes dorsales (Darrigan, 2013).

La estructura externa de la concha está compuesta principalmente de  $\text{CaCO}_3$  (Carbonato de calcio). La capa exterior se forma con ayuda de las células de carbonato de calcio que secreta el manto en donde se cristaliza formando una placa de calcita; el manto también aporta una sustancia quitinosa llamada conquiolina que forma una capa orgánica denominada perióstraco, cuya función es principalmente evitar que la capa se disuelva en un ambiente ácido.



**Figura 1.** Anatomía interna de un molusco bivalvo.

**Fuente:** FAO (2006)

## **6.2 Clasificación de los moluscos**

Según (Castillo-Rodríguez, 2014) el Phylum Mollusca va estar compuesta por dos grupos, la clase menor son los *Monoplacophora*, *Scaphopoda*, *Caudofoveata*, *Solenogastres* y la clase mayor *Cephalopoda*, *Gastropoda*, *Bivalvia* y *Polyplacophora*.

### **6.2.1 Polyplacophora**

Son conocidos como quitones, presentan una forma aplanada y poseen un pie ciliado, se adhieren a rocas o sustratos para evitar ser arrastrados por las fuertes corrientes, la característica que más representan a este grupo es que su parte externa está conformada por 8 placas de aragonita (CaCO<sub>3</sub>), a su vez presentan “aesthetes” aquí se van a ubicar sus ojos que actúan como fotorreceptores, su talla promedio de 3 mm a 30 cm .Son organismos detritívoros por lo general se alojan en las zonas intermareales (Castillo-Rodríguez, 2014).

### **6.2.2 Gasterópoda**

Su nombre se debe a que su estómago está ubicado en el pie, comprende una de las clases más amplias de los moluscos puesto que abarcan especialmente a caracoles, babosas y abulones, generalmente pueden vivir en ambientes con diferentes rangos de salinidades. La estructura de su cuerpo está conformada por una cabeza desarrollada con tentáculos y ojos, el pie de estos animales es de textura ancha y presenta glándulas que desechan mucosidad las cuales al realizar contracciones rítmicas realizan la locomoción. Este grupo se diferencia porque presenta una concha en forma de espiral y su respiración la realizan mediante el saco pulmonar o branquias. La alimentación puede ser carnívora, herbívora, detritívora, filtradora (Vimala & Akash, 2021).

### 6.2.3 Cephalopoda

Como su nombre lo indica “cabeza-patas” son de origen marino y comprende animales tales como los pulpos y calamares. Poseen una cabeza de gran tamaño, el pie se encuentra dividido en muchos tentáculos con fuertes ganchos para capturar a sus presas, estos pueden ser Decabrachia (diez) y Octobrachia (ocho), su alimentación es variada abarca desde crustáceos, peces hasta gusanos y son los únicos moluscos que cuentan con un sistema circulatorio avanzado. Posee glándulas que les permite expulsar una especie de tinta la cual está compuesta de melanina que les sirve como defensa para escapar de los depredadores (John & Akash, 2021).

### 6.2.4 Bivalvia

Son el grupo con el segundo lugar en mayor diversidad, son simétricos y poseen dos valvas de ahí proviene su nombre están articuladas por una charnela dentada y un ligamento opistoidético o anfídético. El umbo se encuentra ubicado en la parte superior de la concha y su disposición puede ser opistogiro, ortogiro y prosogiro no presentan cabeza, también tiene un manto que se encuentra en la cavidad paleal, la respiración se da mediante las branquias que presenta, el pie de los moluscos les sirve para reptar o excavar. Son sésiles (es decir son organismos cementantes al sustrato) a diferencia de los mejillones que cuentan con un biso para poderse fijar a sustratos duros y así evitar que se fisuren sus valvas. Son filtradores, succionadores, detritívoros (Castillo-Rodríguez, 2014). Dentro de la provincia de El Oro en las zonas costeras se encuentran almejas, mejillones y la concha negra de las cuales existen tres especies, *A tuberculosa*, *A similis* y *A grandis*.

### 6.3 Sistemática de las especies en estudio

#### 6.3.1 *Anadara tuberculosa*

La concha prieta habita comúnmente en zonas intermareales asociadas en sustratos arcillosos o fangosos en dónde están sujetas en las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Ordinola et al., 2020). La *A. tuberculosa* es una de las 3 especies principales en el Ecuador con gran demanda en términos de producción pesquera, es por ello que existe una explotación intensiva de este recurso alimenticio en las zonas costeras.

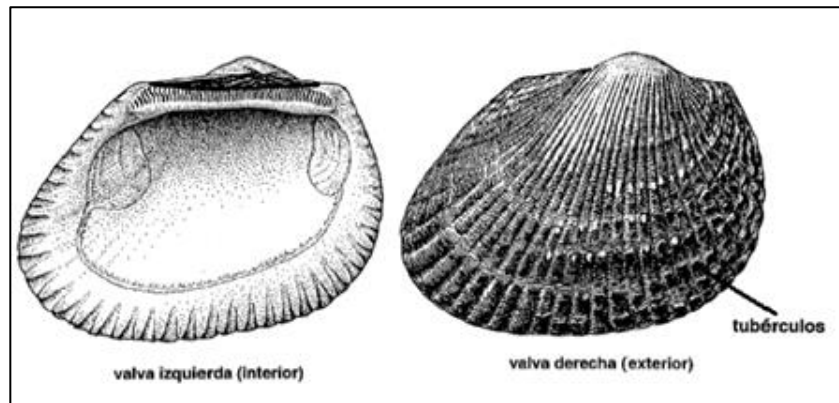
**Tabla 1.** Taxonomía de *Anadara tuberculosa*.

Categoría taxonómica	Taxonomía
Reino	Animalia
Filo	Mollusca
Clase	Bivalvia
Subclase	Pteriomorpha
Orden	Arcoida
Familia	Arcidae
Género	<i>Anadara</i> (Gray,1847)
Específico	<i>tuberculosa</i>
Nombre científico	<i>Anadara tuberculosa</i>

**Fuente:** (Sowerby, 1833).

*A. tuberculosa* es un organismo propio dentro de las zonas de manglares del Pacífico americano. El cultivo de este bivalvo inicia en China aproximadamente en el siglo XVII mientras que en Japón data en 1959 (Prado et al., 2021). Este organismo es un producto con gran potencial comercial por lo cual es muy reconocida en algunos países de Latinoamérica y recibe diferentes nombres. En tierras ecuatorianas se la conoce como “concha prieta”, en Perú y Nicaragua se le

apoda “concha negra”, en Panamá se le llama “chucheca”, en Honduras y El Salvador se le llama “curil”, en Colombia y Costa Rica se le llama “piangua” y en Guatemala “concha de burro” (Prado et al., 2020).



**Figura 2.** Vista exterior e interior de *Anadara tuberculosa* mostrando los tubérculos.

**Fuente:** Modificado de Fischer, Krupp, Schneider, Sommer, Carpenter y Niem (1995)

### 6.3.2 *Anadara Similis*

Las características morfológicas de *A. similis* representa una talla mediana ovalada con sus dos valvas de consistencia frágil cubierta por un periostraco de color café oscuro que contiene tubérculos en el margen ventral. En su parte interna, la cara es blanca con una tonalidad naranja (Mora, 1990; Ordinola et al., 2019).

Concha macho (*A. similis*), se encuentra enterrada en los fondos blandos donde está adherida a un sustrato fangoso en la zona sublitoral, suele encontrarse entre 15 y 50 cm de profundidad en los alrededores de las raíces del mangle rojo y en espacios abiertos (Guamani Bone, 2022).

**Tabla 2.** Taxonomía de *Anadara similis*.

<b>Categoría taxonómica</b>	<b>Taxonomía</b>
<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Mollusca
<b>Clase</b>	Bivalvia
<b>Subclase</b>	Pteriomorpha
<b>Orden</b>	Arcoida
<b>Familia</b>	Arcidae
<b>Género</b>	<i>Anadara</i> (Gray,1847)
<b>Específico</b>	<i>similis</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Anadara similis</i>

**Fuente:** (Adams, 1852).

### 6.3.3 *Anadara Grandis*

Este animal es uno de los más grandes, perteneciente a la familia Arcidae. El caparazón es elevado y macizo, es blanco por dentro y oscuro por fuera (periostracum), el margen interior es bastante dentado, el ligamento es más ancho en comparación con los otros arcidae, tiene umbones prominentes, anchos y centrados, en el la tapa de las válvulas tiene aproximadamente 26 fuertes nervaduras que permiten la distribución de la presión del agua 9 ejercida en el medio, la bisagra tiene pequeños dientes ubicados en serie continua (Camacho 2000; Torrico Zambrano & Ríos Almache, 2018).



**Figura 3.** Morfología externa de *A. grandis*.

**Fuente:** (Modificado por Morales, 2015).

La *A. grandis* también conocida como pata de mula es un recurso alimenticio que posee grandes cantidades de utilidades y características. El casco (parte externa) es usado como material para elaborar filtro casero en una pecera en conjunto con arena y otros insumos. En la India aprovechan esta concha como materia prima para hacer hormigón, en un proyecto en donde se utilizó estas conchas desechadas para hacer arrecifes artificiales (Akhwady et al., 2021).

**Tabla 3.** Taxonomía de *Anadara grandis*.

<b>Categoría taxonómica</b>	<b>Taxonomía</b>
<b>Reino</b>	Animalia
<b>Filo</b>	Mollusca
<b>Clase</b>	Bivalvia
<b>Subclase</b>	Pteriomorpha
<b>Orden</b>	Arcoida
<b>Familia</b>	Arcidae



<b>Género</b>	Anadara (Gray,1847)
<b>Específico</b>	grandis
<b>Nombre científico</b>	<i>Anadara grandis</i>

**Fuente:** (Broderip & Sowerby,1829)

#### 6.4 Contaminantes en el mar

El agua es fundamental para el desarrollo de la vida humana. Además de satisfacer las necesidades del ser vivo, el agua contribuye al desarrollo en algunos aspectos ambientales, económicos y es una de las principales energías en ciertas partes del mundo (ONU, 2005). Por otro lado, la sociedad no hace conciencia sobre la total importancia de este recurso vital que lo sobreexplotan y no lo preservan; la contaminación del agua por los desechos de diferentes industrias y la población, es el principal enemigo que se presenta hoy en día, ya que contienen metales pesados y la presencia de metabolitos tóxicos que perjudican la salud humana y a la población de animales circundantes.

Otros de los factores que amenaza la salud humana son las bacterias entéricas que se encuentran en los bivalvos. La contaminación microbiana de los ambientes costeros utilizados para el cultivo de moluscos puede afectar la seguridad alimentaria de las conchas, con factores como la precipitación y la química del agua que afectan el proceso y las concentraciones locales de contaminación microbiana. Por ejemplo, unos estudios indican que factores abióticos como el viento, la lluvia y otros factores relacionados con el clima influyen en la carga bacteriana dentro el ambiente estuarino, sin mencionar los parámetros de calidad de agua que pueden llegar a afectar directamente a las bacterias en el agua de cultivo, en donde la salinidad y la temperatura se correlaciona con el crecimiento de *E. coli* y *V. parahaemolyticus* (Jeamsripong et al., 2022).

Los moluscos son organismos que filtran gran cantidad de agua y en esta pueden abarcar gran cantidad de microorganismos (virus y bacterias), por lo cual muchos de ellos van actuar como patógenos alojándose en su masa visceral, ya que son organismos que pueden sobrevivir días, semanas e incluso meses, este problema puede darse debido a que los desechos de aguas contaminadas por heces humanas son directamente a los cuerpos de agua donde habitan dichos organismos logrando alcanzar cargas de  $10^{-9}$  copias genómicas/g, se ha comprobado que aun cuando las descargas estén alejadas a unos 10km de distancia pueden contaminar a los moluscos (Razafimahefa et al., 2019).

#### **6.4.1 Metales pesados**

Los metales pesados que forman parte de la tabla periódica se los conoce como elementos químicos de alta densidad porque son mayores a  $4 \text{ g/cm}^3$ , que en concentraciones bajas tienden a ser muy tóxicos y son conocidos ambientalmente como elementos químicos metálicos en donde algunos de estos son: Hg, Cd, As, Pb, Cr y Cu; que pueden ser perjudiciales para los organismos en bajas concentraciones según la cadena trófica, con especificidad de bioacumulación de organismos menores a mayores (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2012).

Existen algunos metales pesados, como el Arsénico que está presente de forma natural en el manto terrestre en forma de minerales u otros compuestos que no se degradan fácilmente porque no tienen funciones especiales en los seres vivos, pero pueden ser captados por las plantas y así integrarse en la cadena trófica que pasan por el agua superficial o subterránea (Mancilla et al., 2011).

(Rosas, 2005), comenta que existen diversos materiales extraños y contaminantes como los metales pesados que son más propensos a invadir las zonas acuáticas y estuarinas, que provienen de 3 vías principales que se nombra con anterioridad:

**Vía Atmosférica:** Se produce generalmente por la deposición de partículas emitidas a la capa atmosférica por fenómenos naturales como los incendios forestales, erupciones volcánicas; y por factores humanos como productos industrializados, principalmente la quema de combustibles fósiles y por fundir metales.

**Vía Terrestre:** Mediante este enfoque se determina que la escorrentía superficial transporta principalmente metales pesados en suelos contaminados por minería, lixiviación de residuos sólidos y precipitación atmosférica.

**Vía Directa:** En este caso, se menciona a la intervención humana directa para descargar aguas residuales industriales y municipales cercanas al lecho del río.

La contaminación de esteros, ríos y mares se da por diferentes motivos, especialmente por aguas residuales provenientes de las zonas urbanas. Siendo este el principal enemigo para los ambientes marinos costeros. Por otra parte, también existe la presencia de metales pesados y otros metabolitos tóxicos que también contribuyen a la contaminación de estos recursos hídricos que puede ser ocasionada mediante actividades antrópicas y naturales. De estas actividades se puede hablar de la minería donde la tasa de contaminación es alta y los desechos de aguas residuales junto a las múltiples actividades industriales que se presentan diariamente por la elevada contaminación en las fuentes hídricas por el uso de ciertos elementos químicos (Pabón et al., 2020).

A nivel global se han presentado distintos casos de infecciones en la salud humana por causa de la ingesta de alimentos contaminados por metales pesados. En la década de los 50, en Japón ocurrió un hecho en donde las riberas del río Jintsu se encontraba contaminada de Zn, Pb y Cu por medio de una minería que se encontraba cerca de los efluentes del río, esto afectó al consumo de arroz proveniente de cultivos contaminados con cadmio (Cd) (Reyes et al., 2016).

## **6.5 Agentes patógenos que afectan la salud de los seres humanos**

### **6.5.1 Bacterias**

Los moluscos bivalvos son organismos que se alimentan mediante la filtración de microorganismos como el fitoplancton y zooplancton, sin embargo, entre ellos pueden existir bacterias patógenas oportunistas y otras que se encuentran de forma libre en el medio (*Escherichia coli*, *Vibrios spp*, *Salmonella*), estas bacterias son consideradas un riesgo no solo para los bivalvos sino también para los humanos. En el mundo han existido varios casos asociados con zoonosis que se dan por el consumir moluscos bivalvos, ya que la mayor parte de la población ingiere dichos alimentos de manera cruda, causando así lesiones generalmente intestinales y gastrointestinales. Puede darse dicha contaminación en los animales porque los sitios donde habitan están contaminados por bacterias indicadoras y contaminación fecal como lo es *E. coli* (Marceddu et al., 2017).

### **6.5.2 Coliformes**

Los coliformes son bacterias Gram-negativas en forma de bastoncillos, su tamaño varía entre los 0.5  $\mu\text{m}$  a 3 $\mu\text{m}$ , son microorganismos móviles (movilidad por medio de flagelos) y no son formadores de esporas. Se dividen en dos grupos los coliformes fecales, es decir que provienen del

intestino (heces) y los coliformes totales, que representan la totalidad del grupo de coliformes, en este grupo se puede encontrar bacterias como *Escherichia coli* y bacterias del género *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*, las cuales son indicadoras de la contaminación tanto en alimentos como en el agua (Barrozo & Cruz, 2021).

**Tabla 4.** Clasificación taxonómica de coliformes.

<b>Reino:</b>	Bacteria
<b>Filo:</b>	Proteobacteria
<b>Clase:</b>	Gamma proteobacteria
<b>Orden:</b>	Enterobacteriales
<b>Familia:</b>	Enterobacteriaceae
<b>Género:</b>	<i>Escherichia, Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter.</i>

**Fuente:** (Rodríguez, 2017)

#### 6.5.2.1 Género *Escherichia coli*

Es una bacteria Gram-negativa y pertenece a la familia Enterobacteriaceae, son influenciadas por parámetros como la temperatura, el pH, humedad y el sol. Son parte del intestino del hombre y animales de sangre caliente y de acuerdo a los estudios realizados por expertos lo relacionan como un indicador de contaminación de heces fecales, las cuales son responsables de causar alteraciones gastrointestinales tales como diarrea de forma leve o sanguinolenta y en casos más severos puede causar el síndrome urémico los cuales pueden tener desde niños hasta adultos (Corral Duran, 2021).

La fuente fundamental de esta contaminación microbiana son las aguas residuales municipales, agrícolas e industriales. Por lo tanto, la UE ha desarrollado criterios para la clasificación de áreas de moluscos en función del nivel de *Escherichia. coli* (un indicativo

específico de contaminación por heces fecales) presente en las muestras de moluscos (Fernández et al., 2022), como se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Criterios para la clasificación de áreas de cosecha de moluscos bivalvos.

Categoría estándar	Estándar microbiológico por cada 100 g de carne de molusco bivalvo y de líquido intravalvar
A	Las muestras de moluscos bivalvos vivos de estas áreas no deben exceder en el 80% de las muestras recolectadas, 230 E. coli por 100 g de carne y líquido intravalvar. El 20% principal de las muestras no debe superar los 700 E. coli por 100 g de carne y líquido intravalvar.
B	Las muestras de moluscos bivalvos vivos de estas áreas no deben exceder el 90%, 4600 MPN E. coli por 100 g de carne y líquido intravalvar. En el 10% restante de las muestras, los moluscos bivalvos no deben superar los 46000 NMP de E. coli por 100 g de carne y líquido intravalvar.
C	Los moluscos bivalvos vivos de estas áreas no deben superar los 46000 E. coli MPN por 100 g de carne y líquido intravalvar.
Prohibida	> 46000 E. coli / 100 g de carne y líquido intravalvar.

**Fuente:** Reglamento (CE) 2019/627 y Reglamento (CE) núm. 853/2004

En el Ecuador, la provincia de El Oro dentro de las zonas costeras se deposita gran cantidad de metales pesados y bacterias en donde la mayoría de estos microorganismos se encuentran en el sedimento y afectan a la fauna marina. Los bivalvos contaminados pueden bioacumular patógenos como los virus y las bacterias entre las más frecuentes se encuentran la *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Listeria* y coliformes totales, las cuales pueden presentar múltiples síntomas (náuseas, vómitos y diarrea) al ser consumidas (Hidalgo et al., 2020).

Según un estudio realizado por (Delgado, 2018) en *A. similis* y *A. tuberculosa* en el recinto El Morro, Provincia del Guayas, que para ambas especies contenían entre  $8 \times 10^3$  hasta  $9 \times 10^8$

UFC/100g lo que da a entender que estos sitios indican contaminación fecal, de acuerdo con el Reglamento CE N°854/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo el límite máximo permisible de *E. coli* es de 230 NMP/100g y los resultados obtenidos en este estudio están en un rango de  $4 \times 10^3$  hasta  $2 \times 10^7$  UFC/100g, lo cual se concluye que en este sitio hay presencia de *Escherichia coli* (indicador de contaminación fecal) y no es permitido para el consumo de los humanos.

En los estudios realizados por (Suarez Escobar, 2022) sobre la carga bacteriana presente en el mejillón *Mytilus edulis* en el sector la Pitaya, dio como resultado que para la bacteria *E.coli* tubo una cantidad de  $1.285 \times 10^5$  UFC/g, lo que indica que existe un alto grado de contaminación ya que según el reglamento indica que no es apto para el consumo humano.

#### **6.5.2.2 Género *Salmonella* spp**

Son bacterias Gram-negativas pertenecientes a la familia de las Enterobacteriaceae, presentan un tamaño de  $0,3 \mu\text{m} \times 1,0-1,6 \mu\text{m}$ , sus células presentan forma de bacilos, su movimiento lo realizan mediante los flagelos que presentan y también son no esporuladas. Son resistentes a variaciones de temperaturas (bajo los  $5^\circ\text{C}$  hasta  $47^\circ\text{C}$ ) aunque si las temperaturas están sobre los  $60^\circ\text{C}$  estas pueden no sobrevivir. La salmonella puede habitar en el tracto gastrointestinal tanto de los seres humanos como en animales (incluyendo los moluscos), esto se debe particularmente que pueden contaminarse por los desechos que van directamente a los diferentes cuerpos de agua. Esta bacteria puede ocasionar daños en el organismo de los humanos ocasionando sintomatologías como dolor de abdomen, náuseas, diarrea e intensas fiebres que duran hasta una semana, los que corren mayor riesgo son las personas adultas mayores y los niños (Márquez, 2017).

De acuerdo con (Jeamsripong et al., 2022) el cual indica que, mediante la contaminación de las descargas de aguas residuales, desechos agrícolas y escurrientías de aguas domésticas, las ostras han sido infectadas con un porcentaje de 7.4% en los Estados Unidos, mientras que en Tailandia con un 30.6% de la bacteria *Salmonella*.

En otros estudios realizados en España y la Unión Europea al final del siglo XIX y a principios del siglo XX se encontraron brotes de toxiinfecciones alimentarias a causa de la bacteria *Salmonella spp* provocando fiebre tifoidea y paratifoidea en los seres humanos. Este patógeno llega a los moluscos mediante las aguas contaminadas, principalmente por heces humanas (ICMSF, 2002; Fernández, 2018).

En un estudio realizado por (Lamon et al., 2020) en Cerdeña (Italia), en diferentes tipos de moluscos bivalvos, para determinar la presencia de salmonella, mediante API ID 32E que es un método para la identificación microbiana en donde se lograron reconocer 2 tipos de salmonella las cuales fueron *S. entérica* subsp. y *Salmonella ser. Typhimurium*, lo que indica que ambas son peligrosas para el ser humano, ocasionando diarrea, gastroenteritis y dolores abdominales.

### **6.5.2.3 Género *Shigella***

Son bacilos Gram negativos de las cuales varían según su especie, han sido capaz de provocar pandemias debido a que son altamente contagiosas puesto que ya que sólo con ingerir 10 organismos viables es más que suficiente para que se dé la infección. La transmisión puede darse de manera directa o indirecta al ser infectados por este microorganismo los humanos pueden presentar sintomatologías como diarrea, fiebre, dolores abdominales, y disposiciones sanguinolentas. En los niños puede causar complicaciones más graves aún ya que ellos son los más propensos a contraer esta bacteria, ocasionándoles convulsiones, megacolon tóxico, bacteriemia,



síndrome urémico y síndrome de Reiter. Generalmente esto se debe a que tanto los niños como adultos consumen agua o alimentos en mal estado en el caso de los alimentos como lo son los mariscos (ostras) que son organismos filtradores al momento de estar en una zona donde se depositen descargas de aguas residuales van a adquirir un sinnúmero de bacterias y al momento de consumir los organismos crudos pueden infectarse (Safaeian & Khanzadi, 2018).

En una investigación realizada por (Ukwo et al., 2019) en Nigeria debido a que necesitaban evaluar en qué condiciones se encontraban los moluscos bivalvos que son recolectados en la Región Delta del Níger y son utilizados para la venta y consumo de los habitantes. Los bivalvos evaluados fueron *Gasar Crassostrea*, *Anadara senilis*, *Donax rugoso* y *Tegelus andansonaii*. Decidieron estimar la carga bacteriana de *Vibrios*, *salmonella*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Shigella* y también evaluaron si los ejemplares contenían metales pesados en su masa visceral. En el medio de cultivo agar salmonella-shigella se puede identificar por la coloración 2 grupos de bacteria, donde *salmonella* puede fermentar la lactosa y producir sulfuro de hidrógeno dando como resultado el color de las colonias incoloras pero en el punto medio una coloración negra a diferencia de *shigella* que no es productora de ninguna de las 2 sustancias antes mencionada, lo que da como resultado colonias incoloras, Los resultados mostraron que tanto como para *salmonella* y *shigella* el molusco bivalvo que más alto rango presentaba de contaminación era *Gasar Crassostrea* con 3,30 log ufc/g el *Anadara senilis* con 3.11 log ufc/g, en *E. coli* se encontró una carga bacteriana que supera los límites permitidos en todos los bivalvos estudiados. Mediante este estudio, se puede confirmar que los moluscos bivalvos recolectados en este sitio no son aptos para el consumo humano ya que las bacterias tanto de la *salmonella*, *shigella*, *E. coli*, y *vibrios* como *Vibrio cholerae* son responsables de enfermedades

gastrointestinales que alteran el bienestar de los consumidores y pueden provocarles daños en sus órganos.

## CAPÍTULO II

### 7. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 7.1 Materiales y equipos

##### Soluciones y solventes

##### Tipos de agares

- Agar Salmonella-shigella

##### Equipos

- Estufa
- Balanza
- Cámara de Flujo
- Autoclave

##### Materiales

- Tubos de ensayo
- Matraz Erlenmeyer
- Varilla de vidrio
- Pipeta
- Micropipeta
- Asa de Drigalski
- Gradilla
- Papel aluminio
- Caja Petri
- Cinta de embalaje

## 7.2 Área de estudio

El lugar de estudio se llevará a cabo en las zonas costera del Coco y la isla Jambelí para su respectiva extracción de los moluscos bivalvos.

Luego serán trasladadas a las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala para realizar el análisis microbiológico, la cual se encuentra ubicada en el Cantón Machala, Provincia de El Oro, con coordenadas: 3°17 '30 "S 79°54' 50"W.



**Figura 4.** Zona de la isla Jambelí.



**Figura 5.** Zona del coco.

### 7.3 Metodología

Para la elaboración de la metodología nos vamos a basar en la bibliografía de (Suarez Escobar, 2022), en donde se va a realizar un análisis microbiológico con 3 especies de *Anadara*: *similis*, *grandis* y *tuberculosa*, el análisis de datos se llevará a cabo mediante la estadística descriptiva, para lo cual se tomarán de 5 a 6 muestras de cada una de las especies, los organismos van a ser extraídos en 5 puntos de la zona del Coco y 5 puntos en la Isla Jambelí, que serán totalmente al azar y equidistante.

Los puntos estudiados en la Isla Jambelí se muestran en las siguientes tablas:

<b>Punto A</b>	
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
-3,2485055	-80,0183808

Zona 17

<b>Punto B</b>	
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
-3,2491879	-80,0211124

Zona 17

<b>Punto C</b>	
<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
-3,2496879	-80,0228544

Zona 17

**Punto D**

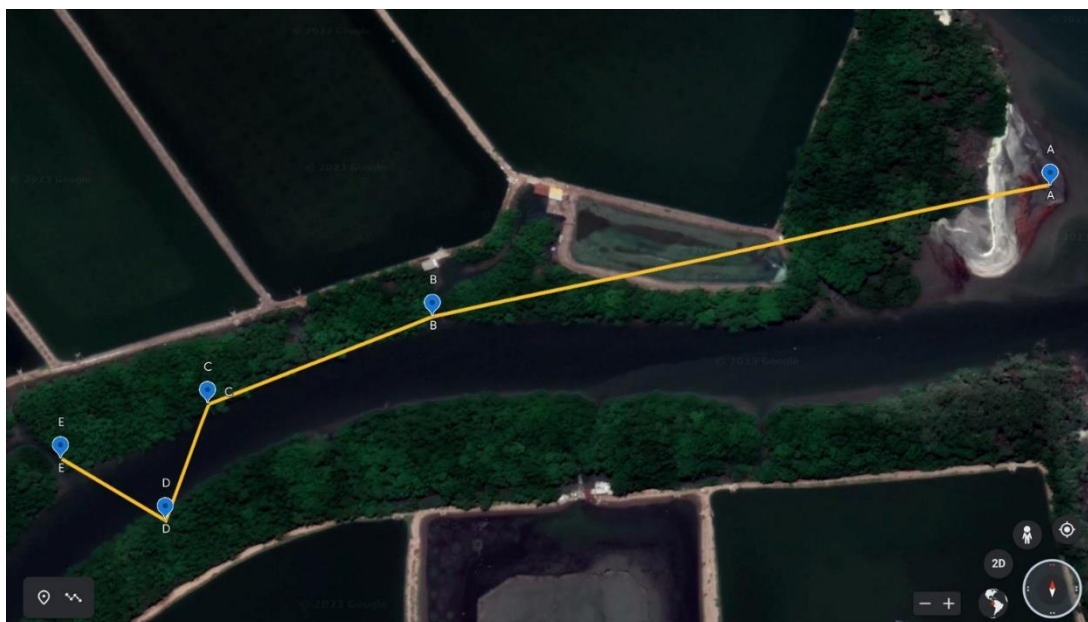
Latitud	Longitud
-3,2504197	-80,0230698

Zona 17

**Punto E**

Latitud	Longitud
-3,2502371	-80,0227723

Zona 17



**Figura 6.** Mapeo de la zona de la isla Jambelí. (Puntos seleccionados para la extracción de ejemplares).

Los puntos estudiados en la zona del Coco se muestran en las siguientes tablas:

**Punto A**

Latitud	Longitud
---------	----------

-3,2329223

-79,9991403

Zona 17

**Punto B**

**Latitud**

**Longitud**

-3,2342214

-79,9990438

Zona 17

**Punto C**

**Latitud**

**Longitud**

-3,2349585

-79,9986177

Zona 17

**Punto D**

**Latitud**

**Longitud**

-3,2356761

-79,9995051

Zona 17

**Punto E**

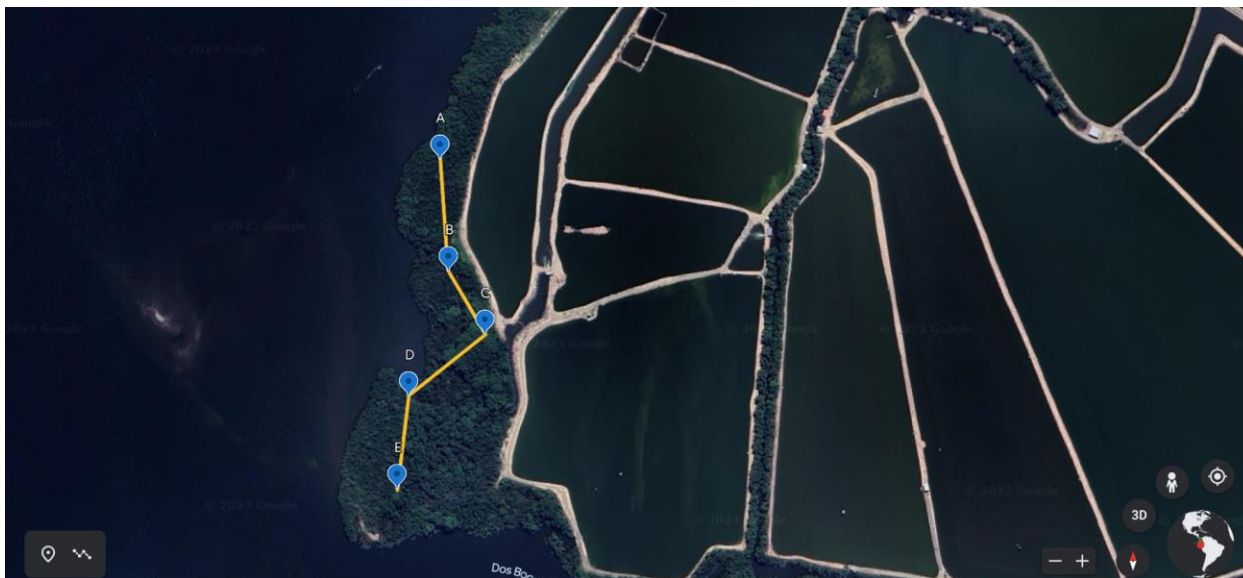
**Latitud**

**Longitud**

-3,236755

-79,9996434

Zona 17



**Figura 7.** Mapeo de la zona de la zona del Coco. (Puntos seleccionados para la extracción de ejemplares).

#### **7.4 Análisis microbiológico de la muestra**

Para este análisis se utilizó agar Salmonella-Shigella (SS agar), y la técnica microbiológica empleada fue siembra directa y por diluciones sucesivas a partir de un gramo de masa visceral. Los ejemplares de bivalvos fueron llevadas al laboratorio de sanidad vegetal, estos fueron lavados antes de extraer el tejido visceral, de los animales recolectados se hizo un pool para la siembra y se colocó 100  $\mu$ l en cada caja Petri. Luego de ello las placas fueron colocadas a 30°C por 24-48 Horas. Todas las siembras se hicieron por duplicado.

#### **7.5 Procedimiento estadístico**

En el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 25, en donde con una confiabilidad del 95% se comprobó que la normalidad y homocedasticidad de los datos, indican que los resultados deben ser analizados con pruebas no paramétricas. Para determinar si la carga bacteriana presente en el grupo de las *Anadaras* cumple con los límites establecidos en las normas



ecuatorianas (INEN,2729) ya que esta no puede traspasar los límites establecidos. Para *salmonella* y *shigella* ninguna muestra debe presentar presencia de dichas bacterias, para *E. coli* nos indican que lo mínimo que debe contener una muestra es de 230 UFC/g y el máximo es de 700 UFC/g.

## CAPÍTULO III

### 8. RESULTADOS Y DISCUCIONES

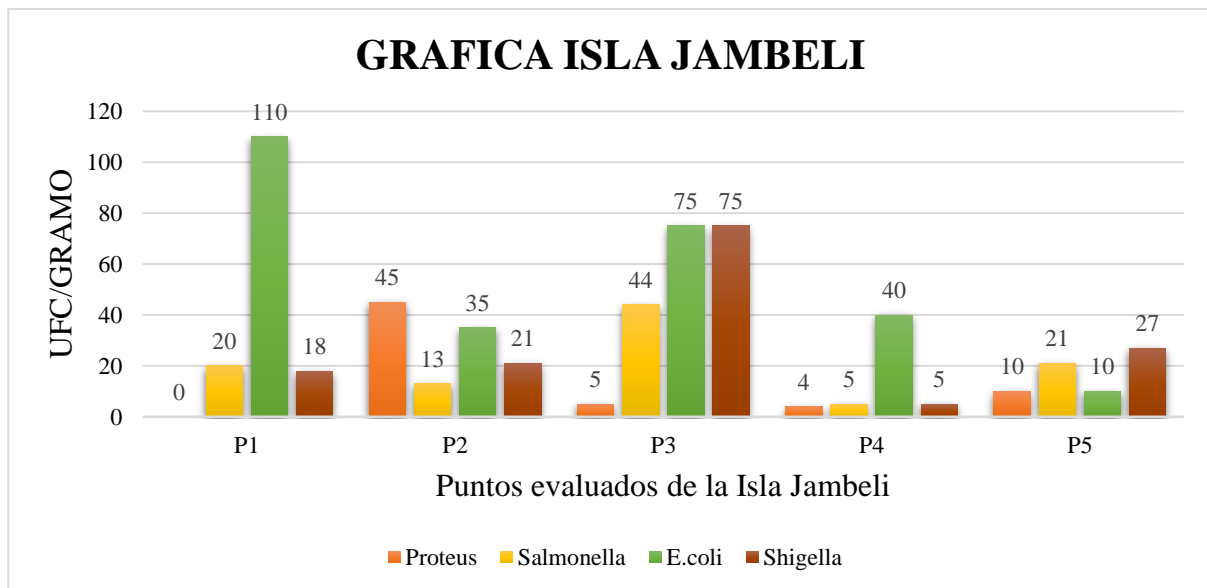
Los moluscos bivalvos al ser organismos filtradores son capaces de bioacumular muchos microorganismos en su organismo, entre ellos patógenos, que pueden alterar la salud pública de los habitantes, tanto las ostras, mejillones y otros bivalvos incluyendo el grupo de las *Anadara* son organismos que se comen crudos o parcialmente cocidos las cuales son un medio para transmitir enfermedades.

El agar Salmonella-Shigella permitió identificar mediante la coloración a la bacteria salmonella ya que estas pueden fermentar lactosa y producir sulfuro de hidrogeno siendo así incoloras con un punto negro en el centro a diferencia de Shigella que no es productora de ninguna de las dos sustancias tornándose una colonia incolora (Ukwo et al., 2019). Según la descripción del agar, para *Escherichia coli*, la coloración es entre un tono rosado a rojo y de tamaño mediano-pequeño y en *Proteus*, posee un aspecto incoloro con un punto rosa en el centro (Scharlau Microbiologia, 2023).

Para este estudio se analizaron dos zonas en la cual se encontraron 4 géneros bacterianos (*Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *E. coli*) en concentraciones muy diversas por encima de los valores permitidos. La que más predomina en la isla de Jambelí son *Shigella*, *E. coli* y *Salmonella* en todos los puntos como se observa en la (**Tabla 6**).

**Tabla 6.** Bacterias encontradas en la isla Jambelí (UFC/g)

BACTERIAS	P1	P2	P3	P4	P5
<i>Proteus</i>	0	45	5	4	10
<i>Salmonella</i>	20	13	44	5	21
<i>E. Coli</i>	110	35	75	40	10
<i>Shigella</i>	18	21	75	5	27



**Figura 8.** Gráfico en barras, presentando la comparación de la carga bacteriana en los diferentes puntos de la isla Jambelí.

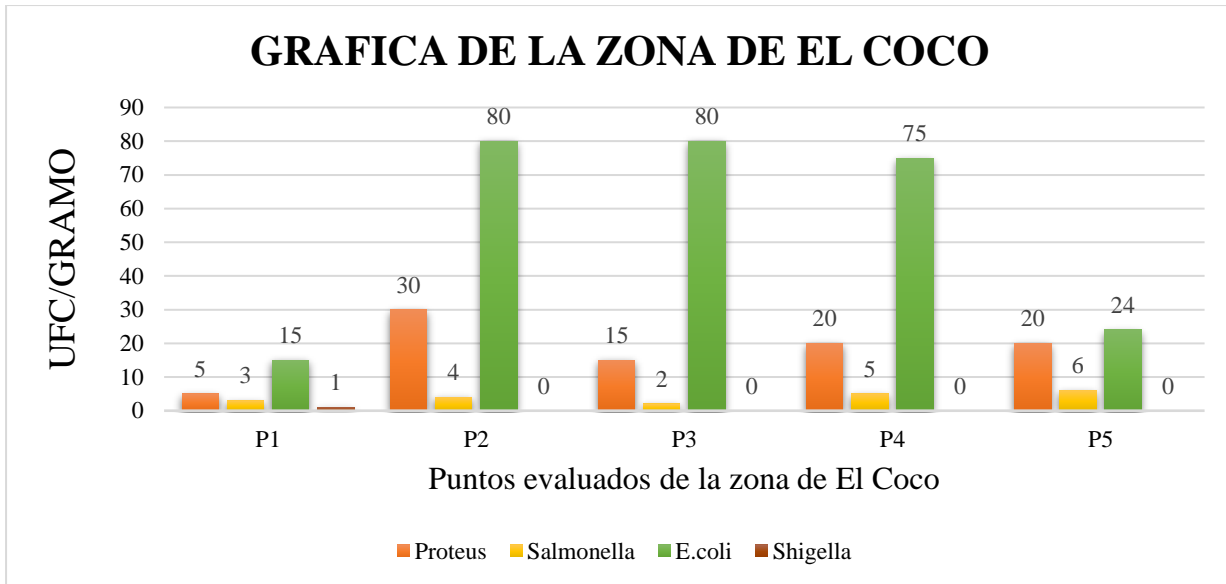
Los resultados que se observan en esta investigación son similares a los que menciona (Hidalgo, 2019; Saucedo León, 2023) quien determinó la contaminación por coliformes totales y *E. coli* en el Archipiélago de Jambelí, cuyos resultados de coliformes totales fueron para *A. tuberculosa*  $3.38 \times 10^4$  UFC/100g y para *A. similis*  $3.35 \times 10^4$  UFC/100g ambos resultados por encima del límite permitido ( $2,3 \times 10^2$  UFC/100g) por el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización).

Así mismo lo menciona (Sorrosa, y otros, 2018) en el mismo sitio, donde evaluaron la carga bacteriana en *A. tuberculosa*, encontraron que los ejemplares estaban contaminados con bacterias entericas, la concentración fue de  $1.9 \times 10^6$  UFC/gr. Dando como resultado que no son aptos para el consumidor, a menos de antes ser depurados, ya que si son consumidos por las personas de forma cruda estarán expuestos a contraer enfermedades como gastroenteritis, vómito y diarrea.

En la evaluación en la zona de El Coco las bacterias que más predominan son *Proteus*, *Salmonella* y *Escherichia coli* que se muestra en la (Tabla 7). Siendo todas estas bacterias indicadoras de contaminación fecal.

**Tabla 7.** Bacterias encontradas en la zona del Coco (UFC/g)

<b>BACTERIAS</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
<i>Proteus</i>	5	30	15	20	20
<i>Salmonella</i>	3	4	2	5	6
<i>E. coli</i>	15	80	80	75	24
<i>Shigella</i>	1	0	0	0	0



**Figura 9.** Gráfico en barras, presentando la comparación de la carga bacteriana en los diferentes puntos de la zona de El coco.

Estos resultados hallados en la zona de el Coco son similares a los encontrados en el estero hondo, ubicado en el sector La Pitahaya, evaluaron mediante un análisis microbiológico en la masa visceral del mejillon (*Mytilus edulis*), en donde para *Shigella sp* hay una carga de  $5.2333 \times 10^4$  UFC/g y en *E.coli*  $1.285 \times 10^5$  UFC/g, lo que significa que para ambas bacterias la carga bacteriana es elevada, es decir, existe un alto índice de contaminación, que supera las del límite establecido por las normas alimentarias (Suarez, 2022).

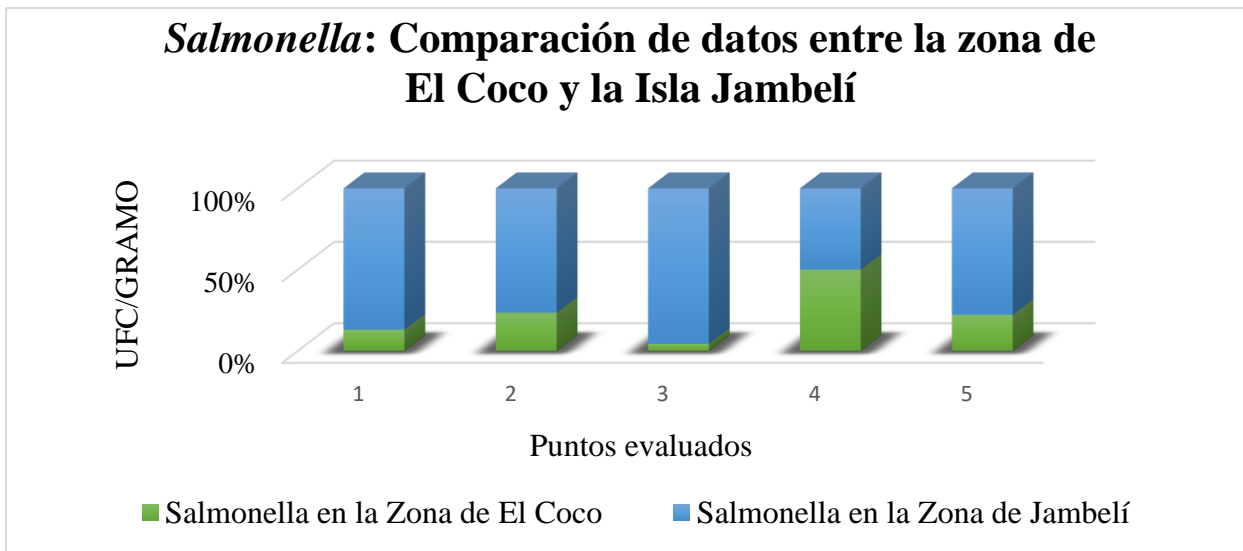
En otro estudio realizado en mejillones lograron encontrar un índice muy alto de coliformes fecales y *E. coli*  $<0.18$  microorganismos /100ml, lo que indica que estos moluscos no son aptos para ser consumidos (Shuping et al., 2023).

Se puede evidenciar que no solo en la familia de las *Anadara* se puede encontrar contaminaciones fecales, también en otros bivalvos, como lo menciona (Carreño, 2019) en un estudio realizado en el estuario de Puerto Salinas en el Golfo de Guayaquil, en los ostiones de

mangle encontró rangos mayores de contaminación por coliformes totales en *E. coli* de  $3,8 \times 10^6$  UFC/g, demostrando que se sobrepasa los límites permisibles para el consumo humano.

En Tailandia se realizó un estudio en el área de manglares, donde se pudo observar grandes índices de contaminación por algunos tipos de bacterias, entre ellas *Salmonella* con valores de 340 UFC/g, que indica que sus límites han excedido, sobre todo en épocas de lluvias, ya que este es un tipo de contaminación indirecta, el autor (Jeamsripong et al., 2022) menciona, que por el arrastre de lluvias hacia los ecosistemas hídricos, los moluscos bivalvos filtran grandes cantidades de desechos y no pueden ser consumidos sin antes realizarse un proceso de depuración. Por lo tanto, (Nuangjui et al., 2023) relata que otra zona evaluada contiene organismos contaminados por este patógeno y por lo tanto, no es apta para el consumo humano.

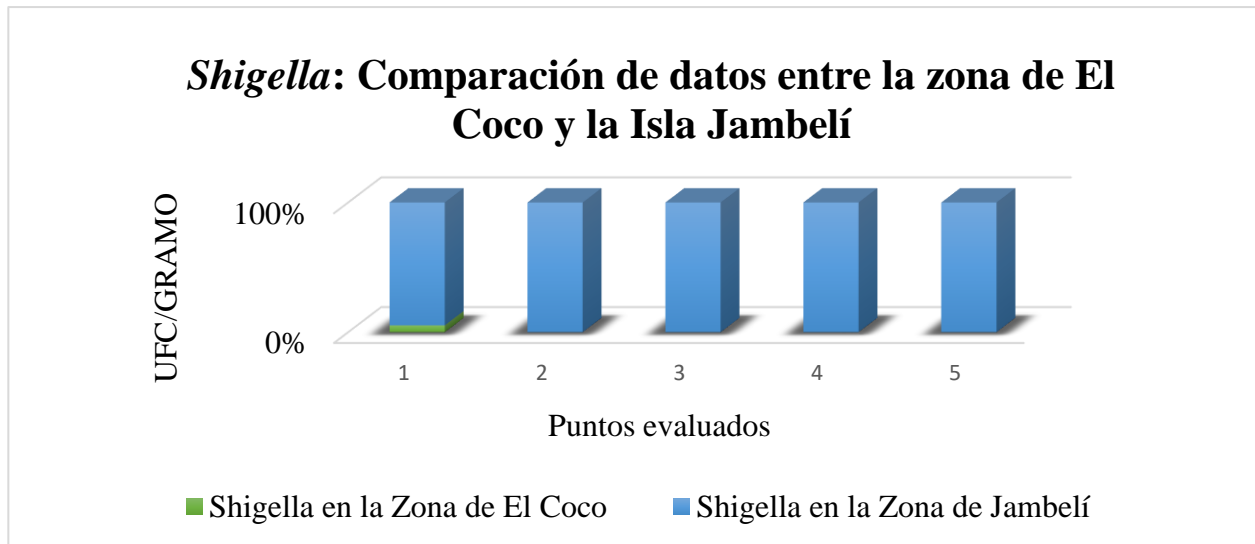
Realizando la comparación de datos entre ambas zonas para la bacteria *Salmonella spp* se puede observar en el gráfico de barras que la Isla Jambelí presenta notoriamente un alto índice de contaminación para todos los puntos, sobre todo el punto 3 que es el que mayor índice de contaminación con 44 UFC/gr, y solo para el punto 4 se puede observar similitud en las UFC/g.



**Figura 10.** Gráfico de barras demostrando la comparación de *salmonella* en los diferentes puntos de ambas zonas de estudio.

En el punto de muestreo número 3 en la Isla Jambelí presenta una carga mayor de *salmonella* porque en ese punto se encontraba un efluente de una granja camaronera que se encontraba cerca, en donde se puede observar que los desagües de agua de los estanques perjudican a las especies endémicas que lo rodea. También se pudo denotar que desde ese mismo punto se pudo recolectar *A. grandis* muchas más grandes que en los otros puntos, dando como conclusión que, aunque estos organismos se contaminan, sacan ventaja de los productos o fertilizantes que se haya usado en el agua que ha sido descargado a los exteriores.

Siguiendo con el análisis, se puede observar en el gráfico que la Isla Jambelí presenta un índice de mayor contaminación para todos los muestreos. La bacteria *shigella* está ausente en todos los puntos con excepción del punto 1 que se encontró 1 UFC/g, sin embargo, se debe recordar que igual el punto no sería apto para consumir estos organismos debido a que, según las normativas alimentarias tanto para *shigella* y *salmonella*, no debe presentar ninguna UFC.



**Figura 11.** Gráfico de barras demostrando la comparación de *salmonella* en los diferentes puntos de ambas zonas de estudio.

Los resultados obtenidos de los estudios microbiológicos, refleja la cantidad de contaminación de coliformes totales que se encuentra en el medio, tal como se puede observar en la figura 10 y 11 la presencia de *salmonella* y *shigella* presentan grandes índices de carga bacteriana que se debe especialmente por actividades antropogénicas y a su vez porque en El Oro no existe una planta procesadora de aguas residuales, y todas las descargas de aguas del desagüe desembocan en los afluentes del perfil costero de Puerto Bolívar.



## CAPÍTULO IV

### 9. CONCLUSIONES

Los moluscos bivalvos son organismos filtradores los cuales además de su alimento pueden filtrar patógenos, entre ellos los que afectan la salud de los seres humanos.

Mediante la realización de estudios microbiológicos, se permitió conocer la carga bacteriana de varios microorganismos *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Proteus* y *E. coli* en la Isla Jambeli y la zona de El Coco.

En las zonas evaluadas y en todos los puntos hay presencia de bacterias entéricas en *Anadara tuberculosa*, *similis* y *grandis* perjudiciales para el consumo humano, las cuales pueden ocasionar síntomas como la diarrea, vómitos y nauseas.

La presencia de enterobacterias, que sirven como bioindicadores de contaminación por coliformes fecales en los ecosistemas de manglar.

De los datos obtenidos de ambas zonas estudiadas se puede concluir que la más contaminada es el archipiélago de Jambelí, debido a que existe en la actualidad 1500 familias que habitan en dicho sitio y que podrían contribuir con la contaminación de los esteros, ya que al no tener una planta de tratamiento de aguas residuales todos los desechos son descargados en la zona costera.

## 10. RECOMENDACIONES

- Las bacterias tanto como *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli* y *Proteus*, son indicadoras de contaminación fecal, por tal motivo si los son recolectados en la zona de El Coco y la Isla Jambelí, es recomendable no consumirlos de manera cruda.
- Si la provincia de El Oro contara con una planta procesadora de aguas residuales, los moluscos bivalvos y las zonas de manglar estuvieran menos expuestos a altos índices de contaminación fecal.
- Es importante conocer sobre las diferentes enfermedades y sintomatologías que pueden darse por consumir bivalvos que están contaminados con bacterias entéricas, así se podría evitar daños en la salud del consumidor.

## Referencias Bibliográficas

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2012, Abril 20). *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos*. Departamento de Salud Pública [online. Retrieved Enero 2, 2022, from <http://www.epa.gov/>
- Akhwady, R., Akhyar, M., Chandra, D., & Muzaky, O. (2021, Marzo 24). Effectivity of normal concrete and clamshell as materiales of artificial Pyramid Reef at Pasir Putih Beach, Situbondo - Indonesia. *Revista Segara*, 17(1), 1-10. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara>
- Barrozo Monar, J. A., & Cruz Santana, E. M. (2021). *Eliminacion de coliformes totales y E.coli en Anadara tuberculosa (Concha negra) y sedimento en la comuna Puerto del Morro*.<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/62532/1/BCIEQ-T-%200677%20Barrozo%20Monar%20Jos%c3%a9%20Armando%3b%20Cruz%20Santana%20Emily%20Maylling.pdf>
- Bermúdez, A., Panta, R., Caceres, L., & Lodeiros, C. (2021). Indices de contaminacion bacteriana en la ostra *Crassostrea cf. coteziensis* procedente de Portovelo, Estuario Rio Chone, Manabi, Ecuador. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 38, 483-491. <https://doi.org/10.20937/RICA.54239>
- Carreño Rosario, H. (Abril de 2019). Contaminación por coliformes totales y escherichia coli en ostiones (*Crassostrea columbiensis*), cociación de manglares, Puerto Salinas - Golfo de Guayaquil - Ecuador. Guayaquil: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39576/1/Tesis%20Carre%c3%b1o%202019.pdf>
- Castillo-Rodriguez, Z. G. (2014, Septiembre 15). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, S419-S430.
- Corral Duran, I. (2021, Junio). *Determinacion de patogenos e indicadores microbiologos de contaminacion de mangalres con diferentes grados de perturbacion*. <http://repositorio.uach.mx/386/1/Tesis%20IVCD.pdf>
- Darrigan, G. (2013). *Los moluscos bivalvos. Aportes para su enseñanza: teoría-métodos* (Primera ed.). <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/libros/pm.388/pm.388.pdf>

- Delgado Quintana, D. M. (2018, Marzo 12). *Niveles de Coliformes totales y Escherichia coli en Anadara tuberculosa y Anadara similis en el Recinto El Morro, Provincia Del Guayas*. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29451/1/Dayana%20Delgado.pdf>
- Fernández, C., Ibáñez, R., Solard, I., Tomás, M. C., Torres, O., & Vendrell, J. (2022). *La seguridad alimentaria de los moluscos bivalvos vivos en Catalunya* (Primera ed., Vol. 1). Agència Catalana de Seguretat Alimentària. [acsa@gencat.cat](mailto:acsa@gencat.cat)
- Fernández, R. L. (2018). *Aislamiento y caracterización fenotípica de cepas de Vibrio spp. y salmonella spp. con potencial zoonótico, presentes en Donax spp. procedentes de bancos naturales de la región Lambayeque* [Tesis de Maestría]. UPCH. [https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3861/Aislamiento\\_FernandezFernandez\\_Rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3861/Aislamiento_FernandezFernandez_Rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Grevskott, D., Svanevik, C., Sunde, M., Westery, A., & Lunestad, B. (2017, Enero 18). Marine Bivalve Mollusks As Possible Indicators of Multidrug-Resistant Escherichia coli and Other Species of the Enterobacteriaceae Family. *Frontiers in Microbiology*, 8(24), 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00024>
- Guamani Bone, A. (2022, Julio). *Cumplimiento de normativa de comercialización del recurso concha en el mercado de Esmeraldas*. PUCESE. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstr>
- Hidalgo, A., Arévalo, O., & Carreño, H. (2020, Junio 1). Contaminación por Coliformes Totales y Escherichia Coli en Concha (Anadara Tuberculosa y Anadara Similis) en Jambelí, El Oro, Ecuador. *Investigatio*, 14, 1-11. <https://orcid.org/0000-0001-9040-2721>
- Jeamsripong, S., Thaotumpitak, V., Anuntawirun, S., Roongrojmongkhon, N., & R. Atwill, E. (2022, Noviembre 25). Factores meteorológicos y de calidad del agua asociados con la diversidad microbiana en el agua costera de áreas de producción de ostras intensificadas de Tailandia. *Water (Switzerland)*, 14(23). <https://doi.org/10.3390/w14233838>
- Lamon, S., Piras, F., Meloni, D., Agus, V., Porcheddu, G., Pes, M., Cambula, M., Esposito, G., Fois, F., Consolati, S., & Mureddu, A. (2020, Diciembre 3). Enumeration of Escherichia coli and determination of Salmonella spp. and verotoxigenic Escherichia coli in shellfish (Mytilus galloprovincialis and Ruditapes decussatus) harvested in Sardinia, Italy. *Italian Journal of Food Safety*, 9(4), 195-200. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2020.8625>
- Mancilla, O. R., Ortega, H. M., Ayala, C. R., Uscanga, E., Ramos, R., & Reyes, A. L. (2011, Noviembre). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y

- Veracruz, México. *Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(I), 38-49.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28n1/v28n1a4.pdf>
- Marceddu, M., Lamon, S., Consolati, S., Ciulli, S., Mazza, R., Mureddu, A., & Meloni, D. (2017, october 11). Determination of Salmonella spp., E. coli VTEC, Vibrio spp., and Norovirus GI-GII in Bivalve Molluscs Collected from Growing Natural Beds in Sardinia (Italy). *Foods*, 6(88), 8. <https://doi.org/10.3390/foods6100088>
- Márquez Sáenz, J. C. (2017). *Determinacion de la calidad microbiologica en moluscos bivalvos y agua de mar en la Bahía de Sechura-Piura*. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2768>
- Nuangjui, M., Pimpang, B., Chulalaksananuku, W., & Glinwong, C. (04 de April de 2023). Biomonitoring by using Rapid-Read Pathogenic Bacteria Indicator in Sediments and Bivalve Mollusks: Southern Gulf of Thailand, a Mangrove Area Case Study. *Trends in Sciences*, 20(4). doi:<https://doi.org/10.48048/tis.2023.4682>
- ONU. (2005, Marzo). El agua, fuente de vida.  
<https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/waterforlifebklt-s.pdf>
- Ordinola, E., Alemán, S., Inga, C., Vera, M., & Llanos, J. (2019, Junio). Sinopsis biológica, poblacional y pesquera de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) y *Anadara similis* (C.B. Adams, 1852) en los manglares de Tumbes: 1995 a 2015. *Boletín Inst Mar Perú*, 34(1), 223-264. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3351>
- Ordinola, E., Alemán, S., & Montero, P. (2020, Marzo). Concha negra *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) y concha huequera *Anadara similis* (C.B. Adams, 1852) en los manglares de Tumbes. *Instituto Mar Perú*, 47(1), 141-158. [https://www.researchgate.net/publication/342338664\\_Concha\\_negra\\_Anadara\\_tuberculosa\\_Sowerby\\_1833\\_y\\_concha\\_huequera\\_Anadara\\_similis\\_CB\\_Adams\\_1852\\_en\\_los\\_manglares\\_de\\_Tumbes\\_Setiembre\\_2018](https://www.researchgate.net/publication/342338664_Concha_negra_Anadara_tuberculosa_Sowerby_1833_y_concha_huequera_Anadara_similis_CB_Adams_1852_en_los_manglares_de_Tumbes_Setiembre_2018)
- Pabón, S., Benítez, R., Sarria, R., & Gallo, J. (2020, Ener-Junio). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 14(27), 9-18. <https://doi.org/10.31908/19098367.0001>
- Pereira, C., Costa, P., Duarte, J., Balcao, V. M., & Almeida, A. (2021, January 02). Phage therapy as a potential approach in the biocontrol of pathogenic bacteria associated with shellfish

- consumption. *International Journal of Food Microbiology*, 338, 22. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108995>
- Prado Carpio, E., Martínez Soto, M., Rodríguez Monroy, C., Núñez Guerrero, Y., Quiñonez Cabeza, M., Nazareno Veliz, I., Egas Moreno, F., & Castillo Cabeza, N. (2020, Julio 4). Descripción de la Cadena de Producción del Molusco Bivalvo Concha Prieta “Anadara tuberculosa”. *EasyChair*, (3749), 1-10. [https://www.researchgate.net/publication/342802503\\_EasyChair\\_Preprint\\_Description\\_of\\_the\\_Production\\_Chain\\_of\\_the\\_Concha\\_Prieta\\_Bivalve\\_Mollusc\\_Anadara\\_Tuberculosa?enrichId=rgreq-00e4bb4ff1e6df3dc643a9167e669847-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0MjgwMjUwMztB](https://www.researchgate.net/publication/342802503_EasyChair_Preprint_Description_of_the_Production_Chain_of_the_Concha_Prieta_Bivalve_Mollusc_Anadara_Tuberculosa?enrichId=rgreq-00e4bb4ff1e6df3dc643a9167e669847-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzM0MjgwMjUwMztB)
- Prado Carpio, E., Martínez Soto, M., Rodríguez Monroy, C., Quiñonez Cabrera, M., & Olivo Garrido, M. (2021, Noviembre 31). Biología, productividad y atributos comerciales del molusco bivalvo "concha prieta" (Anadara tuberculosa). *Revista Espacios*, 42(22), 12-32. [10.48082/espacios-a21v42n22p02](https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n22p02)
- Razafimahefa, R. M., Ludwing-Begall, L. F., & Thiry, E. (2019, February 4). Cockles and mussels, alive, alive, oh\* —The role of bivalve molluscs as transmission vehicles for human norovirus infections. *Transboundary and Emerging Diseases.*, 1-17. DOI: [10.1111/tbed.13165](https://doi.org/10.1111/tbed.13165)
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., & González, E. (2016, Julio-Diciembre). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 16(2), 66-77.
- Rosas, H. (2005). Contaminación de sedimentos del río Anoia por metales pesados (Barcelona – España). *Investigación & Desarrollo*, 5, 75-89. <http://www.upb.edu/sites/default/files/7RosasN5.pdf>
- Safaeian, S., & Khanzadi, S. (2018). Microbiology of Fish and Seafood. *In National Conference on Recent Developments in Modern Engineering and Science*. [https://www.researchgate.net/profile/Sara-Safaeian-3/publication/326683120\\_Microbiology\\_of\\_Fish\\_and\\_Seafood/links/5b5ec935aca272a2d67475c9/Microbiology-of-Fish-and-Seafood.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sara-Safaeian-3/publication/326683120_Microbiology_of_Fish_and_Seafood/links/5b5ec935aca272a2d67475c9/Microbiology-of-Fish-and-Seafood.pdf)

- Scharlau Microbiologia. (21 de Julio de 2023). *Salmonella Shigella Agar*. Obtenido de [https://www.scharlab.com/docs/tds/descargarpdf.php?path=064-PA0028\\_TDS\\_ES.pdf&idid=ES&ref=064-PA0028](https://www.scharlab.com/docs/tds/descargarpdf.php?path=064-PA0028_TDS_ES.pdf&idid=ES&ref=064-PA0028)
- Saucedo León, J. (5 de Abril de 2023). Evaluacion de coliformes en concha de abanico (*Agropecten purpuratus*) desembarcadas en la bahía de Sechura bajo requisitos sanitarios del mercado Unión Económica Euroasiática. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/4546/IASIN-SAU-LEO-2023.pdf?sequence=&isAllowed=y>
- Sangodkar, N., Gonsalves, M., Shanbhag, Y., Sreepada, A., & Nazaret, D. (May de 2020). Prevalence of indicator and potential pathogenic bacterial groups in the Chapora bay-estuarine system, Goa, central west coast of India. *Environ Monit Assess.* doi: 10.1007/s10661-020-08368-1
- Sorroza Ochoa, L., Velasquez Lopez, P., SantaCruz Reyes, R., Echeverria Espinoza, E., Yanez Morocho, M., & Solano Motoche, G. (10 de Octubre de 2018). Disminución/Reducción de la carga bacteriana en la concha negra *Anadara tuberculosa* para consumo humano. *ESPACIOS*, 39(45), 34. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n45/18394534.html>
- Suarez Escobar, A. G. (2022, Febrero 23). *Analisis microbiologico de bacterias marinas totales en el mejillon (Mytilus edulis) del estero Hondo ubicado en el sector la Pitahaya*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18419/3/TTUACA-2022-IAC-DE00003.pdf>
- Shuping, L., Human, I., Lues, R., & Paulse, A. (10 de Feb de 2023). The Prevalence of Bacteria Commonly Related to the Production of Mussels and Oysters in Saldanha Bay. *Aquaculture Research*, 2023, 10 pages. doi:<https://doi.org/10.1155/2023/7856515>
- Torrico Zambrano, J., & Ríos Almache, D. (2018). *Determinación de talla mínima de reproducción del recurso Pata de mula o Casco de burro (Anadara grandis), en PROYECTO INTEGRADOR Puerto El Morro* [Tesis de Grado]. ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51551>

Ukwo, S., Ezeama, C. F., & Obot, O. (2019). Microbiological safety and toxic element contaminants in bivalve shellfish from intertidal mudflats of IKO estuary, Niger delta, Nigeria. *South Asian J. Food Technol. Environ.*, 5, 846-854. 10.46370/sajfte.2019.v05i02.04

Vimala, J., & Akash, G. (2021, Abril 08). Mollusk. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6\\_1203-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47829-6_1203-1)

## **ANEXOS**



**Ilustración 1:** Fotografía de autoría, Zona del Coco.





**Ilustración 2:** Organismos recolectados en la zona del Coco.



**Ilustración 3:** Recorrido por la Isla Jambelí, para la recolección de los organismos.



**Ilustración 4:** Recolección de los organismos en la Isla Jambelí.



**Ilustración 5:** Preparación de los materiales.



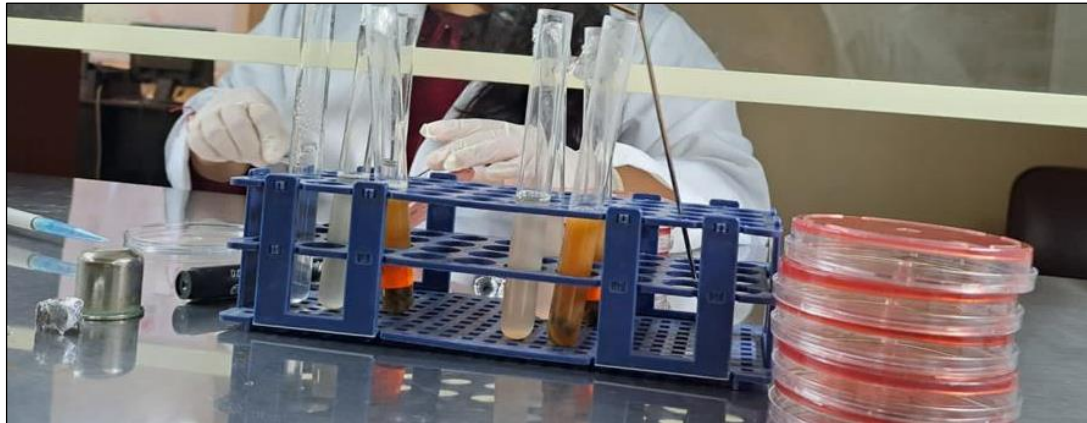
**Ilustración 6:** *Anadara tuberculosa*, parte interna del animal.



**Ilustración 7:** Extracción de la masa visceral de las conchas.



**Ilustración 8:** Preparación de las placas con el agar *Salmonella shigella*.



**Ilustración 9:** Diluciones sucesivas.



**Ilustración 10:** Siembra en placa por rayado.



**Ilustración 11:** Resultado de la muestra extraída de la Isla Jambelí.



**Ilustración 12:** Punto 2 de la Isla Jambelí, presencia de bacterias *E. coli*, *Salmonella spp*, *Proteus spp*, *Shigella spp*.



**Ilustración 13:** Resultados de la muestra extraída de la zona del Coco.





**Ilustración 14:** Punto 1 de la zona del Coco, presencia de bacterias *E. coli* y *Proteus spp.*