



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE BACTERIAS MARINAS TOTALES EN
EL MEJILLÓN (*MYTILUS EDULIS*) DEL ESTERO HONDO UBICADO EN
EL SECTOR LA PITAHAYA.

SUAREZ ESCOBAR ANTHONY GABRIEL
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

Análisis microbiológico de bacterias marinas totales en el mejillón (*Mytilus edulis*) del estero hondo ubicado en el sector La Pitahaya.

**SUAREZ ESCOBAR ANTHONY GABRIEL
INGENIERO ACUÍCULTOR**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

Análisis microbiológico de bacterias marinas totales en el mejillón (*Mytilus edulis*) del estero hondo ubicado en el sector La Pitahaya.

SUAREZ ESCOBAR ANTHONY GABRIEL
INGENIERO ACUÍCULTOR

SORROZA OCHOA LITA SCARLETT

MACHALA, 23 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
2022

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
2	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
3	paranoiageologica.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
4	www.agrositio.com Fuente de Internet	<1 %
5	mujerdelaisla.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
6	pdf.usaid.gov Fuente de Internet	<1 %
7	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	www.cclac.org Fuente de Internet	<1 %
9	www.patricioajila.com Fuente de Internet	<1 %

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

El que suscribe, SUAREZ ESCOBAR ANTHONY GABRIEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Análisis microbiológico de bacterias marinas totales en el mejillón (*Mytilus edulis*) del estero hondo ubicado en el sector La Pitahaya., otorga 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 tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara 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.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume 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.

Machala, 23 de febrero de 2022



SUAREZ ESCOBAR ANTHONY GABRIEL
0706506375

AGRADECIMIENTO

Expreso mi mayor agradecimiento primeramente a Dios por ser quien dirige mis pasos, darme valor y las fuerzas necesarias para perseverar y alcanzar cada uno de los objetivos que he trazado en mi vida.

También quiero agradecer de una forma muy especial a mi familia, por su apoyo incondicional y sobre todo a mis padres que siempre tienen un consejo para darme y me han ayudado a convertirme en una persona útil para la sociedad.

De la misma forma quiero expresar mi gratitud con la Universidad Técnica de Machala y sobre todo a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, a cada una de las autoridades y de los profesores que la conformen, por ser una guía en mi formación académica profesional, además quiero expresar un agradecimiento especial a mi tutora la Doctora Lita Sorroza quien me apoyó y con su ayuda fue posible la ejecución de esta investigación.

DEDICATORIA

Sin lugar a duda, cada cosa que se me permite cumplir se la dedico a Dios, considero esto como la culminación de una etapa muy importante en mi vida y sin él y su cuidado nada hubiera sido posible, cada logro obtenido siempre será para Gloria de Él.

Además de una manera muy especial dedico esto a mi madre por ser mi mayor ejemplo de fortaleza y confianza en Dios, quien siempre me ha tenido en sus oraciones y me ha motivado a no rendirme, sin dudarlo es la mujer más importante en mi vida. A mi padre por todos sus consejos, su esfuerzo y por su apoyo incondicional hacia mí y con toda mi familia.

ÍNDICE

Agradecimiento.....	II
Dedicatoria.....	III
Índice de figuras.....	IV
Índice de tablas.....	IV
Índice.....	V
Resumen.....	VII
Abstract.....	IX
1. Introducción.....	11
2. Planteamiento del problema.....	12
3. Justificación.....	13
4. Objetivos.....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	14
5. Hipótesis.....	14
CAPÍTULO I.....	15
6. REVISIÓN DE LITERATURA.....	15
6.1. Ecosistemas marinos.....	15
6.1.1. Biodiversidad marino costera.....	16
6.2. Ecosistema de manglar.....	17
6.3. Contaminación ambiental en zonas costeras.....	18
6.4. Situación de los recursos naturales para su extracción.....	20
6.5. Moluscos bivalvos.....	22
6.6. Aspectos biológicos del mejillón.....	23
6.6.1. Reproducción.....	23
6.6.2. Fase larvaria.....	23
6.6.3. Alimentación.....	24
6.7. Moluscos bivalvos como indicadores de contaminación.....	24
CAPÍTULO II.....	26
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
7.1. Materiales y equipos.....	26
7.2. Lugar de estudio.....	27
7.3. Obtención de muestra.....	27

7.4.	Acondicionamiento de área de análisis de muestras	28
7.5.	Análisis de muestras.....	28
7.6.	Procesamiento estadístico.....	29
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
9.1.	Conclusiones.....	37
9.2.	Recomendaciones.....	37
10.	BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación (foto satelital de áreas de influencia, distribución de puntos de muestreo).....	27
Figura 2. Localización de la estación experimental.	28
Figura 3. Variabilidad de la carga microbiana en los distintos tipos de bacterias presentes en <i>M. edulis</i> en el estero hondo.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la carga bacteriana (UFC).	31
Tabla 2. Medias de carga bacteriana (UFC) encontrada en los medios de cultivo utilizados.....	33

RESUMEN

En la actualidad los recursos marinos del sector costero del Ecuador son una fuente de trabajo e ingreso económico a gran parte de la población del país, y esto gracias a que nuestra región posee una amplia riqueza natural y variedad de ecosistemas que resultan ser el hábitat de distintas especies marinas de consumo. La mayoría de los recursos marinos como por ejemplo concha, cangrejo, mejillones, que se comercializan en los principales puertos de nuestra provincia tienen gran demanda local, nacional e internacional, sin embargo, también existen pescadores artesanales que se dedican a la extracción de dichos recursos solo para el consumo y venta a nivel local. Los mariscos en general constituyen la dieta alimenticia de muchas personas a nivel global, puesto que son productos ricos en proteínas y nutrientes necesarios para el organismo, además con el pasar de los años y los avances tecnológicos en la industria alimenticia, también se utilizan estos recursos como materia prima para la elaboración de otros productos de consumo. Moluscos bivalvos como concha, mejillones y almejas son apetecidos por la mayoría de las personas, dado que siempre se ha caracterizado por ser un producto de consumo común, además de tener un excelente sabor en distintos platos de la cocina tradicional. A pesar de esto, la contaminación en el sector costero de nuestra provincia también es evidente, los factores son algunos y la mayoría por incidencia del ser humano como la minería, la agricultura, la acuicultura e incluso las actividades de pesca artesanal que se realizan en los principales puertos de desembarque, todo esto representan un impacto negativo hacia el ecosistema marino puesto que todos los residuos son desechados al mar. Una de las razones principales de esta contaminación es que no se mide su impacto y además no todos conocen las consecuencias en la salud del consumidor, por ello las causas resultan ser algo normal para algunos e incluso para las personas que utilizan los recursos marinos como fuente de trabajo. Sin embargo, cabe mencionar que las autoridades desde hace algunos años han venido implementando planes de trabajo en algunas comunidades del sector costero del país, dicho material les ha permitido a las personas beneficiadas, tener control y cuidado de todos los recursos marinos, pero sobre todo cuidar el manglar y hacer uso de los recursos que provee la naturaleza de una forma sustentable sin dañar o alterar el ecosistema. En el sector la Pitahaya la contaminación es notable, por ello hemos creído necesario realizar una caracterización de la contaminación del “estero hondo” del puerto la Pitahaya mediante pruebas microbiológicas realizadas en el mejillón *Mytilus edulis* utilizado como

bioindicador y así determinar el nivel de contaminación bacteriana de este sitio, y compararlo con las normas de seguridad alimentaria del consumidor establecidas en nuestro país. Los resultados globales nos demostraron que existe contaminación puesto que se encontró una carga de 1.8×10^5 UFC/g en el mejillón, las cuales son bacterias entéricas y producen daño a la salud de las personas. Dicho resultado nos permite concluir que los mejillones que están presentes en el estero hondo del Puerto la Pitahaya están contaminados puesto que se encontraron un gran número de bacterias que son patógenas de humanos y esto se debe a que no existe un tratamiento para estas aguas residuales.

Palabras claves: mejillón, bioindicador, microbiología, contaminación y recursos marinos.

ABSTRACT

Nowadays, the marine resources in the coastline section of Ecuador are a source of employment and economic income for a large part of the country's population, thanks to the fact that our region has a wide natural wealth and a full range of ecosystems that turn out to be the habitat of different marine species for consumption. Most of the marine resources such as shells, crabs, mussels, that are traded in the main ports in our province have great local, national and international demand, however, there are also artisanal fishermen who extract these resources just for local consumption and sale. Seafood in general represents the diet of many people globally, since these products that contain proteins and nutrients necessary for the body, in addition over the years and technological advances in the food industry, those resources are also used as a raw material for the manufacture of other commodity product. Bivalve molluscs such as shells, mussels and clams are preferred by most people, since they have always been characterized as a common commodity product, in addition to having an excellent flavor in different dishes of traditional cuisine. Despite this, the pollution in the coastline section in our province is also noticeable, there are many causes but the mostly are due to human beings with mining, agriculture, aquaculture and even artisanal fishing activities that are carried out in the main landing ports, all this represents a negative impact on the marine ecosystem since all the waste is discarded into the sea. One of the main reasons for pollution is measureless of the impact and also not everyone knows the consequences on the health consumer, so the causes turn out to be normal for some and even for people who use marine resources as a source of work. However, it is worth mentioning that for some years authorities have been implementing work plans in some communities in the coastline section of the country, material has allowed the beneficiaries to have control and care of all marine resources, but particularly take care of the mangrove and make use of the resources provided by nature in a sustainable way without damaging or altering the ecosystem. In the Pitahaya sector the pollution is noticeable, for this reason we have believed it necessary to carry out a characterization of the contamination of the “estero hondo” of the Pitahaya port through microbiological tests carried out on the *Mytilus edulis mussel* used as a bioindicator and thus determine the level of bacterial pollution in this site, and compare it with the consumer food safety standards established in our country. The global results showed us that there is contamination since a load of 1.8×10^5 cfu/gr was found in the mussel, which are Enteric bacteria and cause damage to people's health.

This result allows us to conclude that mussels found in “estero hondo” in the Pitahaya Port are polluted since a large number of bacteria that are pathogenic to humans were found due to the fact that there is no treatment for waste water.

Keywords: mussel, bioindicator, microbiology, pollution and marine resources

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo a nivel global, nacional y local es notable desde el inicio de los tiempos, el crecimiento poblacional y un sin número de factores han traído consigo una serie de cambios en todo nuestro planeta, dentro de todos estos cambios se están generando impactos que de forma directa como indirecta han repercutido de forma global, tanto así que en la actualidad han ocasionado consecuencias notorias y han desequilibrado los ecosistemas y todo el medio ambiente en general.

En la actualidad la contaminación es un tema que representa un terrible problema, aunque algunos países han invertido grandes cantidades de dinero en la disminución del calentamiento global y el cambio climático que está generando, las grandes industrias aumentan su poder lucrativo y éstas no miden las consecuencias de lo que generan sus productos de consumo y lo que producen sus desechos tanto en la superficie terrestre como en el océano.

El océano nos proporciona una amplia diversidad de recursos que son el alimento y sustento de muchas personas y de comunidades que se benefician del mismo, además es el hábitat de un incontable número de seres vivos descubiertos y otros aún por descubrir.

Los contaminantes ingresan de muchas maneras a las zonas costeras, ya sea de forma natural o antropogénica, el descontrolado uso de variedades de productos y algunos de ellos incluso tóxicos tienen repercusiones directas e indirectas en los recursos marinos, lo cual como consecuencia resulta peligroso y dañino para todo el ecosistema y por ende para la salud humana (Mamani, 2019).

Como consecuencia de la contaminación se producen una serie de problemas, entre estos el afloramiento de bacterias de las cuales algunas resultan ser perjudiciales para la salud pública, por ello a través de análisis microbiológico se puede determinar el tipo de bacterias en un área y por ende el nivel de contaminación del mismo según la concentración de estas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación en los puertos y esteros de la provincia de El Oro representa una problemática latente en la actualidad, el puerto La Pitahaya es un sitio en el cual se logra observar la contaminación marina. La presente investigación busca identificar la carga microbiana existente en uno de los esteros de este puerto a través del molusco bivalvo *Mytilus edulis* (mejillón), este es un organismo filtrador que nos sirve como bioindicador de contaminación a través del cual se podrá analizar el tipo de bacterias existentes en este sector.

3. JUSTIFICACIÓN

Dado a la problemática que representa la contaminación en los esteros de la provincia de El Oro, esta investigación tiene como finalidad identificar la carga bacteriana existente en el molusco *Mytilus edulis* y dar a conocer a la ciudadanía el riesgo que representa el tirar desechos al océano, lo que podría llegar a provocar una elevada carga bacteriana que resultaría ser peligrosa para el consumidor.

Los resultados que se obtendrán de nuestro análisis servirán para dar a conocer a la ciudadanía y principalmente al sector pesquero los problemas que están generando los desechos que son lanzados al mar y el impacto ambiental que causa el uso de contaminantes y residuos industriales al estero, de esta forma se motivará a la población en general al cuidado del sector costero del Pto Pitahaya. Por último, esta investigación servirá para proyectar a futuro un plan de manejo de residuales líquidos, reducir los riesgos para la salud pública e implementar actividades de turismo.

4. OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar la contaminación del “estero hondo” del puerto la Pitahaya, mediante pruebas microbiológicas realizadas en el mejillón *Mytilus edulis* utilizado como bioindicador.

Objetivos específicos

Identificar el tipo de bacterias presentes en el mejillón *M. edulis* mediante siembra en diferentes tipos de medios de cultivo en el estero hondo.

Describir el comportamiento de la carga bacteriana en el mejillón *M. edulis* en tres puntos de muestreo del “estero hondo” del puerto la Pitahaya.

5. Hipótesis

El análisis microbiológico del mejillón *M. edulis* contribuirá a identificar la carga microbiana y la contaminación presente en el estero hondo del puerto La Pitahaya.

CAPÍTULO I

6. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1. Ecosistemas marinos

El ecosistema oceánico cubre el mayor de los espacios terrestres en nuestro planeta y por ello se ha convertido en un sitio importante para el desarrollo de la vida. Gracias a éste existe una convergencia climática y su función resulta indispensable en el equilibrio medioambiental. En definitiva, los océanos ocupan un enorme espacio favorable para el desarrollo de la vida, además se ha convertido en el motor del planeta contribuyendo enormemente a la biodiversidad del mismo (Lara et al., 2008).

Un ecosistema es un grupo de componentes; seres vivos y ambiente físico que se relacionan entre sí, cada uno de ellos tiene una función muy importante lo que hace que su aporte sea indispensable para mantener un equilibrio dentro de la naturaleza (Badii et al., 2015).

Existen distintos ecosistemas acuáticos, desde pequeños riachuelos hasta grandes lagos e inclusive el océano, estos son ricos en productividad natural y gran cantidad de nutrientes lo que permite que muchas especies externas lo usen como hábitat y fuente de alimento (Rodiles et al., 2013).

A la franja de terreno que está cerca del continente se le conoce como ecosistema oceánico continental, y a su vez está influenciado por distintas desembocaduras hídricas que alteran sus factores físico, químicos y biológicos (Cobelas et al., 2005).

Algunos países sudamericanos tienen gran cantidad de riqueza natural, es por ello que sus zonas de bosques marinos “manglares” poseen una amplia biodiversidad e inclusive son hábitat de distintas especies migratorias. Sin lugar a duda el manglar es un recurso que permite ser hábitat de especies autóctonas entre estas los moluscos que por su característica de filtradores son considerados como bioindicadores de contaminación y además son una importante fuente de alimento. Los islotes, estuarios y toda la franja costera actualmente se han visto afectados por fenómenos naturales y por la intervención del hombre a través de la sobreexplotación de recursos y la tala de manglar (Majluf, 2002).

La intervención humana en áreas naturales costeras, específicamente en zonas intermareales, resulta ser perjudicial de forma directa dado a la fragilidad que estas tienen, dicha intervención ocasiona transformaciones repentinas con un impacto negativo en el ambiente (Rodríguez y Ruiz, 2010).

Según Perrone et al. (2009), el Ecuador posee más de 2860 km de costa, dentro de todo este territorio se encuentran los golfos, manglares, estuarios, islas, islotes, playas, acantilados, archipiélagos, puertos y arrecifes de coral que están a lo largo de toda la franja costera de nuestro país. Lastimosamente todas estas zonas se ven afectadas y desequilibradas dado al incremento de las producciones agrícolas y acuícolas que traen consigo transformaciones geográficas y ambientales. Además, la ocupación del hombre de estas zonas costeras las vuelve vulnerables a una gran variedad de contaminantes.

6.1.1. Biodiversidad marino costera

La biodiversidad marina es la agrupación de una gran cantidad de organismos en el océano, dado a la impresionante profundidad que existe en las fosas marinas y las bajas temperaturas en los polos la realidad es que aún se desconoce el total de las especies que viven en el océano. Cubriendo más del 70% de la superficie del planeta, desde microorganismos hasta macroorganismos descubiertos y aún por descubrir, se puede decir que el océano y la biodiversidad marina aún está en una etapa de inicio, dentro de ella se encuentra uno de los más grandes grupos que aportan oxígeno al planeta y el eslabón principal de la cadena trófica como lo es el plancton (Duarte, 2006).

Como ya lo habíamos mencionado, el océano posee una gran cantidad de organismos, de los cuales estos están localizados en distintas zonas según algunos factores influyentes entre estos la profundidad y la intensidad lumínica. La profundidad en el océano influye sobre características físicas y químicas del agua puesto que representa diversos niveles de presión que son determinantes para la distribución de los organismos, y esto determinará su localización. Por otra parte la intensidad lumínica influirá sobre la presencia o ausencia de organismos fotosintéticos (Lara et al., 2008).

Las poblaciones que habitan en ambiente natural se denominan silvestres, en el océano existe una cantidad innumerable de organismos de los cuales muchos de estos son extraídos para su comercialización, lo que diferencia a estas especies de un cultivo es que han aprendido a sobrevivir por sí mismos, frente a diferentes impactos naturales y antropogénicos, mientras que las especies cultivables dependen del productor y del

control que tiene que llevarse como precaución frente a distintos factores entre estos las enfermedades, mientras que en el medio natural las especies corren el riesgo hasta de extinguirse en algunos casos por problemas de contaminación (Aguilar, 2019).

Más de 3 mil millones de personas a nivel mundial consumen productos del mar, sin contar los demás recursos que este ofrece como fuente de nutrientes. Algunos cambios naturales que ocurren en el medio ambiente suceden gracias al océano y su interacción con los ecosistemas, es por ello la relevancia que se le debe dar, puesto que al contaminar el ecosistema marino se irrumpe en el curso natural de la vida de muchos de los organismos marinos con efectos irreversibles (Böll, 2017).

6.2. Ecosistema de manglar

Los bosques de manglar en Latinoamérica y en las costas Ecuatoriales tienen un mejor desarrollo que el de los demás continentes y esto es gracias a la convergencia que tiene el océano pacífico con su latitud, corrientes y mareas que les permiten tener el mejor de los hábitats para su óptimo desarrollo, el Ecuador posee 11 especies de manglar de las cuales 4 son pertenecientes al género *Rhizophora*, 4 al género *Avicennia* y las restantes al género *Conocarpus* y *Laguncularia*. Esta región reporta un crecimiento diferenciado al de los demás países con árboles que llegan a medir hasta 50 metros de alto y más de un metro de diámetro (Yáñez y Domínguez, 1999).

Según Vera (2020), en la investigación realizada en el sector La Libertad en la costa de Guayaquil se pudo determinar que el evitar la influencia del ser humano en los ecosistemas de manglar y el cuidado que se le da al mismo a través de acuerdos de uso sustentable, permite que el ecosistema de manglar se desarrolle de mejor manera tanto en altura y densidad, al igual que las especies que habitan en el mismo.

Estas áreas de bosques marinos son ricas en flora y fauna y proporcionan diversidad y pureza ambiental, es por ello la importancia que se les da ya que proporcionan diversos recursos, entre estos resulta ser hábitat de aves, animales terrestres, moluscos, crustáceos y peces de los cuales algunos de estos son fuente de trabajo y alimento para las poblaciones que viven cerca de la zona de manglares, además de ser una muralla que impide la erosión de la tierra a causa del choque de las olas en la orilla (Yáñez y Domínguez, 1999).

Existen diferentes valores en el que se utiliza el manglar, por ejemplo el área biológica consiste en servir como hábitat de una gran diversidad de especies y sitio de

reproducción de especies autóctonas y migratorias, el área ambiental que consiste en servir como barrera que impide la erosión de la zona costera, depura el aire, es fuente de oxígeno y filtra el agua ; área económica que provee de especies de valor comercial para las poblaciones aledañas y como área cultural que muestra el valor ancestral de estos bosques nativos de nuestro país (Erazo, 2014).

6.3. Contaminación ambiental en zonas costeras

Estudios realizados presentan una significativa influencia de la contaminación en el sector costero de nuestro país, esto afecta principalmente al medio ambiente y también al turismo, puesto que baja la calidad de vida y la economía de los habitantes de estas zonas. Las acciones que se hacen frente a esto son limitadas ya que no hay control de normas que ya han sido establecidas (Alarcón, 2017).

En la actualidad, los bosques de manglar en el Ecuador tienen un problema principal y este es la contaminación generada por desechos humanos, combustión de hidrocarburos y metales pesados. Este problema surge por el uso de motores fuera de borda y embarcaciones que realizan distintas actividades como la pesca artesanal y el transporte de la población, otras actividades como la minería influyen directa o indirectamente ya que todos los desechos de esta actividad van directamente al mar, por lo tanto también representan un problema que enriquece la contaminación en los manglares, todo esto junto con los residuos de la población humana que desembocan en distintos ríos y finalmente llega al mar y por ende a todos los esteros de la provincia (Pernía et al., 2019).

Se sabe que las zonas de manglar de diferentes puertos marítimos del país presentan altas concentraciones de metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio. Las causas de este impacto provienen de residuos domésticos e industriales que están provocando mutaciones en algunos organismos acuáticos. La contaminación por metales es tan fuerte que sobrepasa en algunas especies los índices permisibles, y por ende el riesgo a la salud pública es inevitable (Santana, 2020).

El impacto ecológico que tiene la minería en un área representa el nivel de contaminación del sector. Según González et al. (2017), su investigación mostró niveles de contaminación arriba de índices tolerables, la contaminación es evidente a simple vista y la normativa del país no indica rangos de mercurio permitidos en ambientes marinos, uno de los esteros principales del Puerto Bolívar conocido como estero “Huayla” posee

altos niveles de mercurio provenientes de la minería, añadiendo a esto la evacuación de todo tipo de desechos antropogénicos, en lo cual no existe ningún tipo de control.

Por otra parte, el exceso de materia orgánica e inorgánica desechada en una zona costera representa la calidad de ambiente que hay en el área y sobre todo en la calidad del agua. Uno de los factores que también resulta ser un problema es la sobrepoblación, según la UNESCO (2017) el incremento de viviendas en zonas costeras supera la capacidad que tienen los gobiernos municipales de proveer sistemas de alcantarillado por lo cual los desechos terminan en el agua, y en otros casos en el mar, tal y como ocurre en la Provincia de El Oro.

Debido a estas causas los residuos de los afluentes de origen doméstico y agentes económicos (restaurantes, vendedores ambulantes, entre otros) que están ubicados cerca de la orilla de los esteros son desechados al mar, esto ocurre porque en determinados sitios no existe un sistema de alcantarillado lo que ocasiona que las personas utilicen el mar como un lugar de vertedero de todo tipo de desperdicios ya sea orgánicos e inorgánicos. La mayoría de la población no tiene conocimiento del daño que se le hace al medio ambiente y al ecosistema de donde se obtienen los productos que luego consumen sin saber el riesgo que eso representa para la salud humana (Muñiz y Murillo, 2021).

Cárdenas (2017) determinó la concentración de diferentes compuestos tóxicos para la salud de los consumidores por medio de análisis en moluscos bivalvos, los cuales resultaron ser indicadores del estado en que se encuentra un área de manglar y de la calidad ambiental del entorno.

Además, en la investigación que realizó Garcés y Bayona (2019) se determinó que la constante acumulación de contaminantes sobre el sedimento de los manglares provoca un empobrecimiento del mismo, puesto que obstaculiza la respiración del suelo, productos de desecho como las plásticos tardan mucho tiempo en degradarse y mientras se va dando dicha descomposición se forman microplásticos que al entrar en contacto con el suelo se forma una mezcla que es irreversible.

Rojo y Montoto (2017) mencionan que el 80% de los residuos de basura que se encuentran en el mar son arrojados directamente del medio terrestre, mientras que el otro 20% representa los residuos de la pesca ilegal y la sobreexplotación del medio.

Por ello, Arriguetti (2019) en su investigación menciona que anualmente se desechan al océano más de 8.000.000 de toneladas de plásticos, resulta ser una cifra alarmante puesto que para el 2050 se estima un aumento de 2000 millones más en todo el planeta. De toda esta cantidad producida solamente se reutiliza el 18% mientras que el restante es desechado en distintos lugares incluyendo al mar. Solo en determinados casos un plástico tarda en degradarse más de 400 años de forma natural, lo que resulta ser una acumulación que no se puede evitar. Esto nos lleva a pensar que en un futuro tendremos efectos mortales sobre determinados organismos.

El exceso de contaminación en nuestro planeta es causante de cambios, incluso en el oxígeno atmosférico, el agua es un buffer para nuestro planeta pero esta mezcla está causando un cambio radical en el océano. A partir de esta interacción surge el ácido carbónico, este compuesto constituye la peligrosa y poco conocida acidificación del océano la cual lo vuelve corrosivo y peligroso para organismos calcificadores (Hernández et al., 2017)

Dado a todas estas problemáticas Lavayen (2021), menciona que la educación sobre el cuidado al ambiente acuático es una solución muy factible a largo plazo, el establecer reglamentos que prohíban la contaminación e implementar programas de limpieza a todo el sector costero, siendo esta una iniciativa de la cual se obtendrá resultados positivos.

6.4. Situación de los recursos naturales para su extracción

Es necesario conocer que el manglar no es un simple grupo de árboles, sino un área única e importante que brinda recursos a la sociedad, los cuáles se deben cuidar sin perjudicar ni alterar su sostenibilidad (Solá, 2016).

Un estudio indica que existen causas que están influyendo en la conservación de los recursos que se extraen de los manglares y en los recursos marinos en general, iniciando con la falta de información sobre la conservación de los ecosistemas lo que ocasiona que exista un poco interés en conocer la importancia de los mismos, además la sobreexplotación de los recursos que se extraen del manglar y se comercializan en el sector. Este análisis indica que estas son las razones por las cuales existe incompatibilidad entre el sector pesquero y los recursos marinos, puesto que algunas organizaciones no cuentan con un acuerdo de uso sustentable que les permita llevar un control, monitoreo y

una guía de como conservar y extraer de forma controlada los recursos del manglar (Ortega et al., 2020).

El tipo de organismos que habitan en un determinado estero o brazo de mar se ve influenciado por las condiciones ambientales del lugar, es decir si existe un ambiente contaminado, es probable que dichos organismos mueran o simplemente se hayan adaptado a esas condiciones, por tanto representa un problema para las personas que los consumen (Capote, 2021).

Según Moreira (2020), implementar un plan de manejo ambiental representa una estrategia que daría buenos resultados en un área contaminada, los municipios son los encargados de ejecutar y llevar seguimiento y control de cumplimiento, puesto que sus resultados serían la recuperación de la calidad medioambiental y precautelar la salud de los habitantes, su implementación es de fácil uso, además contribuye al turismo y su costo no es elevado.

El Gobierno del Ecuador implementó en el año 2000 un instrumento de apoyo con el objetivo de la conservación de los manglares, denominado “acuerdo de uso sustentable y custodia de manglar” que permite a las personas hacer uso de los recursos de manglar de una forma controlada, esto garantiza el someterse a distintas normas establecidas con la finalidad de la conservación de los ecosistemas. Un estudio realizado por Zamora (2021) en la provincia de Esmeraldas muestra buenos resultados de esta herramienta.

Existen comunidades que cuentan con un plan de manejo que les permite tener un monitoreo y control de los recursos de manglar que les han sido entregados “concesionados” dicho plan les brinda herramientas para aprovechar los recursos de una forma sustentable, es un programa bastante interesante y completo que les ayuda a las autoridades a llevar un seguimiento de dichas comunidades y además brindarles de distintas formas apoyo y respaldo técnico, la manera en que se detalla todas las actividades realizadas es a través de informes que se presentan semestralmente a las autoridades competentes (Jurrius y López, 2020).

Siendo un importante ecosistema para especies autóctonas, el manglar brinda recursos como los de aprovisionamiento, esto se refiere a las especies que viven de forma natural en este ecosistema y son fuente alimenticia tales como peces, moluscos bivalvos y crustáceos. Dentro de dichas especies también se encuentran las de valor comercial como

las conchas y cangrejos que resultan ser una fuente de ingreso económico a través de la venta de estos en mercados locales. Con el pasar de los años los pescadores artesanales han podido apreciar la disminución de estos recursos, sus causas principales han sido la influencia no controlada del ser humano, por lo cual se ha generado pérdidas económicas para la gente que vive de la comercialización de los productos pesqueros (Moreno et al., 2001).

6.5. Moluscos bivalvos

En términos generales los moluscos están dentro de los organismos más diversos en variedad y en número, tanto así que superan fácilmente más de 100.000 especies tanto terrestres como acuáticas. Existen especies de agua dulce y marinas que son capaces de soportar hasta 4000 metros sobre el nivel del mar y hasta 6000 metros en las grandes profundidades de los océanos. Existen especies que tienen la capacidad de soportar bajas temperaturas “zonas polares” y zonas cálidas (Signorelli, 2020).

En la familia de los moluscos se encuentran los bivalvos cuya característica es la de ser filtradores, además externamente se puede apreciar la presencia de dos valvas que recubren su cuerpo es por ello su nombre, éstas tienen conexión por medio de la charnela que es la que les permite abrir y cerrar sus valvas para alimentarse y respirar. Internamente se encuentra su sistema muscular, que ayuda en la función de la charnela, además, de sus branquias que cumplen un rol indispensable en su alimentación y respiración. Gran parte de estos son de géneros separados, es decir existen hembra y macho de la misma especie, la mayoría no tienen dimorfismo sexual lo que complica su reconocimiento, aunque existen especies en las que sí es posible reconocer el sexo debido a su tamaño y coloración (Peteiro et al., 2007).

Dentro de los moluscos bivalvos existen una gran variedad de especies entre ellos los mejillones que son organismos bentónicos que generalmente se encuentran distribuidas en distintas zonas de manglares en todo el mundo y esto es gracias a la facilidad de dispersión que tienen en su etapa larvaria puesto que son transportadas por las corrientes marinas y además tienen la capacidad de soportar diferentes condiciones naturales, en esta etapa también sirven de alimento para organismos mayores como peces o aves marinas (Sar et al., 2018).

6.6. Aspectos biológicos del mejillón

La biología de este bivalvo varía según la época del año, factores como los cambios de temperatura, la contaminación y su explotación influyen en su reproducción, sobrevivencia, en la calidad del producto y por tanto en su comercialización (Lazo, 2013).

Los moluscos como el mejillón, poseen las valvas más delgadas que el resto de bivalvos, dado a esto y a las concentraciones altas de metales pesados como el plomo, cobre y zinc, las valvas tienden a debilitarse, desgastarse y fracturarse, en este punto son completamente vulnerables a depredadores (Stewart et al., 2021).

6.6.1. Reproducción

La reproducción de los mejillones ocurre en distintas épocas del año, cuando la temperatura se incrementa y el clima es cálido. También la cantidad de alimento fitoplanctónico en el agua influye en la reproducción principalmente por las diatomeas. La etapa de reproducción en el mejillón se presenta cuando este llega a medir 40 mm de tamaño, aunque mientras más grandes estén se reproducen más veces. Su reproducción es por sexos separados “gonocóricos” aunque algunas veces tienden al hermafroditismo. Las hembras tienden a ser más grandes por ello llegan a la madurez y reproducción más rápido (Ochoa, 1987).

Los animales maduros sexualmente entran en la etapa de la gametogénesis, es decir un punto en el cual el animal se prepara para la reproducción a través de la expulsión de espermatozoides y ovocitos por parte del macho y la hembra hacia el exterior, por razones lógicas la fecundación se realiza de forma externa y es influenciada por factores naturales ambientales y por el sistema hormonal del animal. Posteriormente se dará la fecundación del ovocito, el cual presenta una serie de cambios hasta llegar al punto de convertirse en mórula “huevo” que es una fase inmóvil pesada que le permitirá descender hacia las profundidades y de esta manera iniciar con sus fases larvarias (Peteiro et al., 2007).

6.6.2. Fase larvaria

La primera fase larvaria de los mejillones la denominada trocófora, en esta etapa no está desarrollado sus valvas y su alimentación será de su vitelo, la fase siguiente es la veliger dentro de la cual inicia su desarrollo y se denomina larva en D por la manera en que se comienza a formar sus valvas, la etapa siguiente será la umbonada, dentro de esta fase también se formará completamente su sistema digestivo y su alimentación será por filtración, en la fase pediveliger se formará el pie muscular que le permite ubicarse en el

sustrato donde se quedará de forma permanente. Posteriormente tomará la forma y fisiología de un juvenil a través de metamorfosis, ahí el animal poseerá todos sus sistemas desarrollados para finalmente llegar a la etapa de adulto (Peteiro et al., 2007).

6.6.3. Alimentación

La alimentación de este molusco se da a través de las branquias, puesto que tienen la capacidad de atrapar los microorganismos que viven en la columna de agua. Luego con la segregación de mucus del animal se da el transporte de dicho alimento hacia la boca, en la cual con la ayuda de los palpos labiales selecciona las partículas a consumir de tal forma que su sistema digestivo lo asimile. El estómago es el encargado de percibir todo este alimento para que empiece su digestión a través del transporte por todo el sistema digestivo, con la excreción de proteínas y enzimas se asimilan los nutrientes de lo consumido hasta que todos los residuos viajan por un oviducto que les permite ser desechados (Peteiro et al., 2007).

6.7. Moluscos bivalvos como indicadores de contaminación

Estudios realizados por Pucci et al. (2009), en esteros de la costa sur de Argentina, sitios donde existe desagües y descargas antropogénicas arrojadas al mar, les permitió identificar bacterias al utilizar distintos medios de cultivo, los análisis de las muestras de agua, sedimento y moluscos bivalvos como el mejillón obtenidos del lugar, lograron identificar más de 37 géneros bacterianos entre estas coliformes fecales, dichos resultados les permitió asumir que los niveles de contaminación son altos y por tanto peligrosos para la salud humana.

La acumulación biológica es un mecanismo que poseen los bivalvos, moluscos como el mejillón perteneciente al género *Mytilus edulis* tienen la capacidad de concentrar en su organismo todo lo que pueden filtrar de la columna de agua, por ser su manera de alimentarse (García, 2021).

Según Sepúlveda (2021), los moluscos bivalvos también se denominan monitores biológicos, que permiten determinar el impacto antropogénico en zonas acuáticas de agua dulce y costeras. Su intervención en la evaluación del impacto por metales pesados y productos de desecho provenientes de la agricultura es sumamente importante. A través del desarrollo metabólico, fisiológico y bioquímico de sus tejidos se puede observar sus variaciones y por análisis microbiológico determinar patógenos entre ellos bacterias entéricas y así evitar el consumo de los mismos.

La acumulación biológica, según Fernández (2013), también permite la concentración de patógenos dentro del mejillón, incluso los que son de origen antropogénico que provienen de aguas servidas con heces. Algunos virus entéricos retenidos por los moluscos tardan mucho tiempo en depurarse de forma natural, en algunos países de la región Europea se han reportado casos de virus de hepatitis A y Norovirus a causa del consumo de moluscos bivalvos, ocasionando problemas en la salud humana.

Los coliformes fecales que pertenecen a la familia de las enterobacterias como la *Escherichia coli*, *Klepsiella* sp. y *Enterobacter* sp., provienen de animales y humanos, dichas bacterias se acumulan en el intestino y son desechadas a través de las heces, estos residuos son arrojados al mar en donde es muy común el que sean consumidos por organismos acuáticos como el mejillón, en este punto este tipo de patógenos de origen bacteriano son causantes de enfermedades al ser consumidos por seres humanos (Martínez y Villalobos, 2005).

La enterobacteria más común es la *Escherichia coli*, según Cefas (2006) este patógeno es un indicador de contaminación, por ello a través del análisis microbiológico se puede evaluar el nivel de riesgo que puede ocasionar sobre los seres humanos al consumir moluscos contaminados con esta bacteria, existen niveles permisibles de carga bacteriana en moluscos y en base a los resultados del análisis de estos se toma medidas de control, y en ciertos casos hasta la prohibición de su consumo.

Otro de los géneros bacterianos que resulta ser patógeno de seres humanos es el *V. alginolyticus*, según Mira y García (2016) este vibrio es bastante resistente a condiciones adversas lo que le hace ser tolerante a cambios repentinos en su entorno, es común en ambientes marinos y se le asocia a otras bacterias patógenas por ser oportunista, las enfermedades más comunes en las que se le relaciona son las gastrointestinales y en distintos tipos de infecciones.

CAPÍTULO II

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Materiales y equipos

Soluciones y disolventes

Cloruro de sodio

Medios de cultivo:

- CHROMagar Vibrio
- *DIFCOTM* SS Agar (Salmonella & shigella).
- *DIFCOTM* Marine Agar (BMT)
- *DIFCOTM* McConkey Agar (Enterobacterias)

Agua destilada

Alcohol potable

Equipos

Los equipos utilizados en esta investigación fueron los siguientes:

- Cámara de flujo
- Autoclave
- Balanza
- Estufa

Materiales

- Matraz Erlenmeyer
- Vasos de precipitación
- Material de disección
- Varilla de vidrio
- Pipeta
- Micropipeta
- Puntas de micropipeta
- Tubos de ensayo
- Asa de Drigalski
- Gradilla
- Papel aluminio

- Cajas petri
- Cinta de embalaje

La limpieza del material de vidrio utilizado se realizó con agua destilada y se llevó a la autoclave antes de cada análisis con la finalidad de evitar cualquier tipo de contaminación.

7.2. Lugar de estudio

El área donde se tomó la muestra fue en el sector estero hondo del Puerto la Pitahaya, de este sitio se eligieron tres puntos de los cuales se extrajeron las muestras de mejillón (anexo 1).

7.3. Obtención de muestra

Se realizaron un total de 3 muestreos semanales con un total de 30 animales (anexo 2); los puntos de muestreo se tomaron según coordenadas UTM, estas fueron cerca de las salidas a dos canales que desembocan hacia el estero principal. Punto #1: $3^{\circ}25'15''\text{S}$ $80^{\circ}04'33''\text{W}$, punto #2: $3^{\circ}25'17''\text{S}$ $80^{\circ}04'41''\text{W}$ y punto #3: $3^{\circ}25'17''\text{S}$ $80^{\circ}04'48''\text{W}$, en dichos canales se puede apreciar residuos de basura y distintos contaminantes.



Figura 1. Mapa de ubicación (foto satelital de áreas de influencia, distribución de puntos de muestreo).

Fuente: Google earth (2022).

7.4. Acondicionamiento de área de análisis de muestras

Al extraer las muestras se procedió a llevar al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad técnica de Machala en las coordenadas: 3°17'30"S 79°54'50"W



Figura 2. Localización de la estación experimental.

Fuente: Google earth (2022).

Previo al análisis se acondicionó el área desinfectando la cámara de flujo con alcohol y esterilizando todo el material de vidrio, necesario para el análisis microbiológico.

7.5. Análisis de muestras

La metodología que se utilizó fue el método de diluciones seriadas para conteo en placas de Tortora et al. (2007) que consiste en realizar diluciones sucesivas para posteriormente hacer siembra en placas, se realiza el conteo y se multiplica por el factor de la dilución, y de esta manera se obtiene las UFC por gramo de muestra original.

Previo al análisis se preparó todos los medios de cultivo (Anexo 3), con un día de anticipación a la siembra. Con un bisturí se sacrificó en cada muestreo 8 mejillones de los cuales se extrajo una masa visceral (Anexo 5), y se hizo un pool de estos animales hasta completar un gramo de muestra.

A partir de 1 g de muestra se hicieron diluciones sucesivas 1/10 (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) en solución salina al 1%. Luego para la siembra se aplicó 100 microlitros de las diluciones

en cada placa con agar. Se dejó a temperatura ambiente durante 24-48 horas para luego hacer el conteo de colonias. Todas las muestras se trabajaron por duplicado.

7.6. Procesamiento estadístico

El análisis de los datos es descriptivo, se tomó como indicador de contaminación la carga microbiana de bacterias presentes en muestras del mejillón *Mytilus edulis* del “estero hondo” en el Puerto la Pitahaya y se determinó si se cumple con los rangos establecidos en las Normas Ecuatorianas (INEN, 2729) para consumo de moluscos bivalvos vivos y crudos (CODEX STAN 292-2008, MOD), con una carga bacteriana que no puede traspasar los límites 700 UFC/g de bacterias entéricas (*E. coli*) para el consumo humano.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo, se pudo determinar algunos géneros de bacterias en el intestino del mejillón *Mytilus edulis*. De los seis muestreos realizados se hizo el análisis microbiológico en cuatro medios de cultivo que nos permitieron observar distintas coloraciones y de esta forma reconocer los géneros bacterianos, se aclara que no se realizó pruebas bioquímicas, pero se asume el tipo de bacterias en base a indicaciones de cada medio de cultivo.

El análisis microbiológico en medio de cultivo CHROMagar Vibrio, nos permitió identificar la presencia del *Vibrio alginolyticus*, dicha bacteria fue la única que se encontró, puesto que según las indicaciones del medio de cultivo, la coloración es blanquecina o incolora, la cual se presentó en todas las muestras analizadas.

Este tipo de vibrio es común en esteros de agua salada puesto que es su entorno natural, pero es necesario tener en cuenta que es una bacteria Gram negativa patógena para los seres humanos, y además oportunista de enfermedades infecciosas.

El medio de cultivo *DIFCO*TM Marine Agar, se utilizó para reconocer bacterias marinas totales, dicho medio nos permitió identificar bacterias heterotróficas dado a que solo se observó coloración blanquecina, la carga de estas fue representativa, puesto que son bacterias propias del entorno marino.

Este tipo de bacterias son comunes en ambientes marinos y no representan problema para el hospedador, pertenecen a la base de la cadena trófica y sirven de alimento para moluscos bivalvos.

Con respecto al medio de cultivo *DIFCO*TM S&S Salmonella & Shigella Agar para determinar bacterias Gram negativas, se logró identificar en base a indicaciones del medio de cultivo y la coloración los géneros *Shygella* sp y *Enterobacter* sp.

Estas enterobacterias son patógenas de seres humanos, están asociadas a la contaminación y son causantes de enfermedades cuando son consumidas.

Finalmente en el medio de cultivo *DIFCO*TM McConkey Agar, utilizado en el reconocimiento de microorganismos entéricos, nos permitió determinar la presencia de la bacteria *Escherichia coli* y *Klepsiella* sp al observar una coloración rojiza en dicho medio

de cultivo, se aclara que no se realizó pruebas bioquímicas, por tanto se asume la presencia de estas dos bacterias en base a indicaciones del medio de cultivo utilizado.

El haber encontrado este tipo de bacterias en este medio de cultivo nos da a entender que existe contaminación por residuos de heces fecales en este estero, las causas posibles de contaminación que se pudo observar nos permiten corroborar que en efecto existe contaminación y es necesario tomar medidas al respecto.

En la Tabla 1, se observa el comportamiento de los datos obtenidos para la variable UFC (Unidades formadoras de colonias). La media obtenida representa el promedio de las cargas bacterianas globales con un valor de 1.79423×10^5 UFC/g.

Dado a que los datos de la desviación estándar y la varianza muestran valores altos, no existe homogeneidad puesto que las cargas bacterianas presentan alta variabilidad en sus valores, que afectan a la media aritmética puesto que es sensible a valores extremos.

Los datos de las cargas bacterianas evidencian que el 25% se encuentran por debajo de 4.275×10^4 (Q₁), el 50% de los datos pertenecientes al 1.94×10^5 (Q₂) se distribuyen hacia abajo, desde el centro o mediana, finalmente se observa los datos de cargas bacterianas por debajo 2.92×10^5 UFC/g (Q₃), interpretando estos valores se observa que cada cuartil presenta concentración alta de bacterias.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la carga bacteriana (UFC).

n		26
Media		179423,07
Error estándar de la media		23209,29
Mediana		194000,00
Moda		35000,00 ^a
Desviación estándar		118344,64
Varianza		14005453846,154
Asimetría		-,102
Curtosis		-1,678
Rango		314000,00
Percentiles	25	42750,00
	50	194000,00
	75	292000,00

En la tabla 2, se observa las medias de las cargas bacterianas encontradas en las seis muestras tomadas para identificación de bacterias, la desviación típica de cada una de las bacterias encontradas UFC/g. Los resultados que observamos presentan los intervalos de confianza del 95% para la carga bacteriana de cada bacteria, utilizando la misma escala para todos.

Según la media de la variable bacterias marinas heterótrofas (BMH), la carga promedio en intestino de *M. edulis* es de 2.69333×10^5 UFC/g, a su vez está oscila entre $\pm 28458,1$ lo que indica que existe cierto nivel de dispersión en la variabilidad de las UFC/g en cada muestreo. No obstante la carga obtenida de la media de UFC/g tiene un 95% de confianza por tanto se asume que existe gran cantidad de bacterias BMH en intestino de mejillón, además son bacterias autóctonas de ambientes marinos.

La media de *Vibrio alginolyticus* muestra un valor de 3.135×10^5 UFC/g. Los resultados de las medias de las muestras de *M. edulis* nos indican una elevada carga, la presencia de este género bacteriano se esperaba puesto que son bacterias marinas y forman parte de la microbiota visceral de los organismos acuáticos, no obstante nos llama la atención la carga elevada que existe, por lo cual asumimos que existe contaminación puesto que este tipo de patógeno tiende a proliferar en ambientes contaminados.

Las bacterias *Escherichia coli* y *Klepsiella* sp muestran una carga media de 1.285×10^5 UFC/g, los resultados nos indican que las cargas de UFC/g de estas enterobacterias son elevadas, por tanto se asume que existe un nivel alto de contaminación puesto que supera el límite establecido por las normas alimentarias.

La media del género *Shygella* sp nos da un valor de 5.2333×10^4 UFC/g. El valor encontrado de este género perteneciente a las enterobacterias tiene una carga menor a las demás, pero supera las normas establecidas, por ello con un nivel de confianza al 95% del valor de la media, los resultados nos indican que las cargas de UFC/g de esta enterobacteria es elevada por tanto se asume contaminación.

La media encontrada de *Enterobacter* sp tiene un valor de 4.15×10^4 UFC/g, dicho valor se encontró solo en dos muestras, los resultados superan las normas establecidas, por ello con un nivel de confianza al 95% del valor de la media, se asume contaminación por presencia de este patógeno.

Tabla 2. Medias de carga bacteriana (UFC) encontrada en los medios de cultivo utilizados.

Tipo de bacterias identificadas	n	Media	Desviación típica	Margen de error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
BMH	6	269333,3	28458,2	11617,9	239468,3	299198,3	235000	316000
<i>V. Alginolyticus</i>	6	313500	31091,8	12693,2	280871,1	346128,8	253000	338000
<i>E. coli.</i>	6	128500	76508,2	31234,3	48209,6	208790,4	24000	206000
<i>Shygella</i> sp.	6	52333,3	31922,8	13032,4	18832,4	85834,3	28000	103000
<i>Enterobacter</i> sp.	2	41500	3535,5	2500	9734,5	73265,5	39000	44000
Total	26	179423,1	118344,6	23209,3	131622,6	227223,5	24000	338000

En los resultados de la figura 3, se observa la variabilidad de la carga de los distintos tipos de bacterias encontradas y el nivel de dispersión de cada una de ellas.

A través del diagrama de caja y sesgo se observa que entre Q_1 y Q_3 se concentra el 50 % de las cargas bacterianas, los sesgos o líneas verticales que sobresalen de las cajas equivalen cada uno al 25% de los valores más altos y bajos de UFC/g.

Interpretando la variabilidad de las cargas microbianas se observa que la bacteria *E. Coli* y *Klepsiella* sp presentan mayor dispersión con respecto a las demás, ya que los datos fluctúan entre 24000 UFC/g y 206000 UFC/g. En lo que concierne al sesgo, indica que existen cargas similares superiores e inferiores respecto a la media.

Los resultados de BMH bacterias marinas heterótrofas, indican que existe poca dispersión de datos y el sesgo muestra que hay una mayor cantidad de cargas acercándose al límite superior, no obstante sus cargas son elevadas.

V. alginolyticus presenta las cargas bacterianas más altas, con un límite máximo de 338000 UFC/g, la concentración de cargas tiene baja dispersión, además, de que esta bacteria presenta un valor atípico, sin embargo, es un dato obtenido de forma correcta. En cuanto a los valores de sesgo se presenta un ligero alargamiento hacia el extremo de carga de UFC/g máxima.

Con respecto a *Enterobacter* sp., se observa que es la bacteria con menor dispersión, dicho valor se debe a que solo fue encontrada en dos de las seis muestras tomadas.

Finalmente, la enterobacteria *Shygella* sp presenta baja dispersión, por lo que asumimos que la concentración de cargas se acerca a la media encontrada.

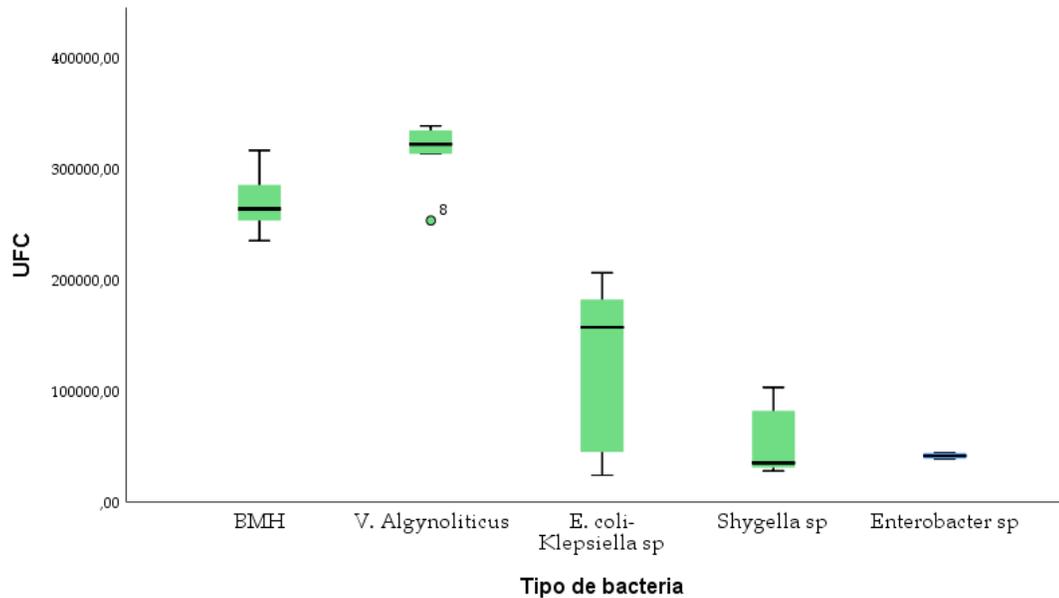


Figura 3. Variabilidad de la carga microbiana en los distintos tipos de bacterias presentes en *M. edulis* en el estero hondo.

En base a los resultados que se obtuvo, se pudo determinar una elevada carga bacteriana de UFC/g de bacterias entéricas, lo cual es un indicador de contaminación, además las UFC/g de *E. Coli* sobrepasan los límites de concentración en bivalvos de consumo humano.

Dado a esto se asume que la presencia de estas bacterias es a causa de los residuos de heces fecales depositados en el mar, puesto que se observó desfogues de sanitarios en algunos canales, por ello se asume que existe gran contaminación ambiental en el Estero hondo del Puerto La Pitahaya.

Como lo menciona Cefas (2006), la identificación del origen de la contaminación en el sector costero, brinda los factores que permiten señalar las zonas de análisis y monitoreo. El uso de bioindicadores como la bacteria *E. coli* facilita la determinación de contaminación y clasificar áreas restringidas de obtención de moluscos, con la finalidad de evitar riesgos de enfermedad en la salud humana.

Los moluscos bivalvos al ser organismos filtradores son capaces de acumular gran cantidad de microorganismos presentes en la columna de agua, tal es el caso de nuestra especie a investigar el mejillón *Mytilus edulis*, en el cual encontramos una carga elevada de cuatro patógenos que se observó en los puntos de muestreo, estos son *E. Coli*, *Klepsiella sp*, *Shygella sp* y *Enterobacter sp*.

El análisis microbiológico en el mejillón nos permitió evaluar el grado de contaminación por bacterias del puerto la Pitahaya, de la misma forma en la investigación realizada por González et al. (2020) menciona que el análisis microbiológico resulta ser una metodología factible para determinación de microorganismos en el mejillón, además indica que resulta necesario hacer análisis de agua puesto que a través de esto se buscaría reducir su posible consumo al entrar en contacto con ella.

Es común encontrar bacterias en el interior de moluscos bivalvos, así Negrete y Romero (2010), lograron aislar e identificar bacterias en el molusco bivalvo *Crassostrea virginica* comúnmente conocido como ostión, en el cual se determinaron 37 especies bacterianas diferentes pertenecientes a las familias Enterobacteriaceae y Vibrionaceae.

Una bacteria que también representa problemas al ser consumida es el *V. alginolyticus*, tal como lo menciona Balbia et al. (2020), la concentración elevada en productos de consumo como los moluscos, causa infección gastrointestinal en el ser humano, generalmente es un patógeno oportunista que es invasivo al entrar contacto con él, en zonas costeras contaminadas.

Por ello, tomando como punto de referencia las Normas Ecuatorianas (INEN, 2729) que reglamentan y establecen el consumo de moluscos bivalvos vivos y crudos con una carga máxima de 700 UFC/ml de bacterias entéricas, discutimos y comparamos los valores obtenidos en nuestros resultados con otros estudios realizados en diferentes especies de moluscos.

Sorroza et al. (2018), observó mediante el proceso de análisis microbiológico la presencia de enterobacterias en el molusco bivalvo *Anadara tuberculosa*, capturadas en uno de los esteros de la isla Jambelí en la provincia El Oro, mostrando resultados con un promedio de concentración de 1.9×10^6 , UFC/g de masa visceral, por lo cual asumieron que existía contaminación e implementaron técnicas de reducción de cargas bacterianas con agua de mar purificada.

En otra investigación ejecutada por Hidalgo et al. (2020), identificó una carga elevada de coliformes en muestras de *Anadara tuberculosa* con un valor de 33000 UFC/g, y una desviación estándar de 1500 UFC/g, de esta forma asumieron que estos moluscos no se pueden consumir, y que existe contaminación en este sector, dichas cargas, aunque son más bajas que las encontradas en este estudio superan el límite establecido.

De la misma forma Delgado (2018) determinó una concentración de *E. coli* con un rango entre 4×10^3 – 7.3×10^6 UFC/g en el sector del Puerto el Morro, concluyendo que existe contaminación en este sector y que estos moluscos no son aptos para el consumo.

De esta forma nos damos cuenta que en otros estudios realizados también se ha determinado contaminación a través de análisis en bivalvos, las concentraciones encontradas en esta investigación sobrepasan los límites establecidos.

Es notorio mediante la observación de bacterias que existe alta contaminación en los ecosistemas acuáticos. Por ello es oportuno desarrollar técnicas de cuidado con el fin de disminuir la contaminación a rangos tolerables, algunos autores sugieren diferentes sistemas de depuración artesanal que proporcionan ayuda y son de fácil manipulación, como por ejemplo el uso de “gavetas” con ranuras en la parte inferior donde se colocan los moluscos en zonas libres de contaminantes cercanas a las orillas del mar, de tal forma que circule el agua a través de ellas, esta técnica puede ser una condición suficiente para que los moluscos empiecen a limpiarse a través de filtración (Adrián y Ruiz, 2020).

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

El análisis microbiológico constituye un método útil para la observación de distintas bacterias marinas, además, permite reconocer bacterias patógenas externas provenientes de desechos y residuos antropogénicos.

Los animales filtradores que consumen todos los desechos que están en el mar, pueden servir como indicadores biológicos de contaminación ambiental.

La presencia de *Enterobacter* sp y *E. Coli* es considerada alta en término de concentración de bacterias, por ello asumimos que los mejillones del estero hondo del Puerto La Pitahaya, son indicadores de contaminación ambiental por residuos de heces fecales.

La variabilidad de las cargas bacterianas obtenidas en los diferentes medios de cultivo evidencia que el género que más abundan es el *V. alginolyticus* y el menos abundante, la *Enterobacter* sp.

9.2. Recomendaciones

Los ecosistemas marinos son una fuente importante de alimento a nivel global, por ello se motiva a la ciudadanía a cuidar de estos ecosistemas para evitar su agotamiento.

El manglar es un ecosistema importante tanto para la naturaleza como para el ser humano, puesto que brinda innumerables recursos, por ello es de vital importancia concientizar en las personas para protegerlo y evitar su tala.

La implementación de sistemas de depuración de moluscos sería un aporte importante al sector pesquero de nuestra provincia, puesto que mejoraría la calidad del producto y ayudaría a evitar problemas en la salud del consumidor.

También es muy importante saber sobre las enfermedades transmitidas a través de los alimentos, estas son muy comunes en todo el mundo y su transmisión ocurre a causa del consumo de animales contaminados, muchas de las veces estos productos no han sido sometidos a controles de calidad, por ello es importante prevenir al consumidor y garantizar un producto libre de patógenos.

Los moluscos bivalvos son consumidos por gran parte de la población en diferentes partes del mundo, pero no todos conocen de los riesgos que conlleva el consumir este tipo de alimento cuando no se les ha sometido a técnicas de limpieza, en nuestro estudio se identificó que existe contaminación, por lo cual es un sitio en el que se debe implementar técnicas de biorremediación que eviten consecuencias a la salud de los habitantes.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Adrián, E. N., & Ruiz, P. S. (2020). Diseño de un sistema de depuración para moluscos bivalvos con recirculación, a nivel de laboratorio. *Tesis de grado, ESPOL*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/50341>
- Aguilar, A. (2019). El océano y sus recursos naturales bajo amenaza ambiental. *Bioagrociencias*, 12(1), 11. Obtenido de <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/BAC/article/view/2930>
- Alarcón, E. (2017). Campaña Publicitaria aplicada al turismo de las playas de la provincia de Esmeraldas. *Tesis de grado, Universidad internacional del Ecuador*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1822>
- Arriguetti, F. (2019). Un mar de plástico. *CIENCIAHOY*, 47-52. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/123949>
- Badii, M. H., Landeros, J., & Cerda, E. (2015). Papel de los Ecosistemas en la Sustentabilidad. *Cultura Científica y Tecnológica*(21), 19-28. Obtenido de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/437>
- Balbia, T., Vezzullia, L., Pallavicini, A., & Canesi, L. (2020). Insight into the microbial communities associated with first larval stages of *Mytilus galloprovincialis*: Possible interference by estrogenic compounds. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 237, 108833. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2020.108833>
- Böll, H. (2017). El Atlas de los Océanos 2017. *Fundación Heinrich Böll*, 4-45. Obtenido de <https://cl.boell.org/es/2018/03/14/atlas-de-los-oceanos-2017>
- Capote, A. J. (2021). Abundancia y diversidad trófica de moluscos del mesolitoral rocoso en un gradiente de eutrofización de la costa suroriental de Cuba. *Novitates Caribaea*(17), 1-14. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/348606300_Abundancia_y_diversidad_trofica_de_moluscos_del_mesolitoral_rocoso_en_un_gradiente_de_eutrofizacion_de_la_costa_suroriental_de_Cuba
- Cárdenas, F. L. (2017). Bioacumulacion en moluscos gasteropodos marinos por arsenico, cadmio, cobre, mercurio y plomo en el área natural protegida punta coles, Ilo-Moquegua. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6142>
- Cefas. (2006). Monitoreo Microbiológico de Áreas de Producción de Moluscos Bivalvos Guía para las Buenas Prácticas: Aplicación Técnica. *Laboratorio de Referencia de la Unión Europea para el Monitoreo de la Contaminación bacteriológica y viral de moluscos bivalvos*, 1(4). Obtenido de http://www.sanipes.gob.pe/documentos/15_Cefas_monitoreomicrobiologicomoluscos_espanol1.pdf
- Cobelas, M., Catalán, J., & de Jalón, D. (2005). IMPACTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES. *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, 113-146. Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/17749>

- Cremonte, F. (2011). Enfermedades de moluscos bivalvos de interés comercial causadas por metazoos. Obtenido de http://libros.csic.es/product_info.php?products_id=285
- Delgado, D. (2018). Niveles de Coliformes totales y Escherichia coli en Anadara tuberculosa y Anadara similis en el Recinto El Morro, Provincia del Guayas. *Tesis de grado, Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29451>
- Duarte, C. M. (2006). La exploración de la biodiversidad marina: Desafíos científicos y tecnológicos. *Fundación BBVA*, 13,19. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=11467>
- Erazo, A. B. (2014). Uso estratégico del mangle para el desarrollo turístico en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. *Tesis de grado, Universidad central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2476>
- Fernández, C. M. (2013). Detección de norovirus y virus de la hepatitis A en moluscos y muestras clínicas genotipado y estudio poblacional. *Tesis de grado, Universidad de Santiago de Compostela*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=122370>
- Garcés, O., & Bayona, M. (2019). Impactos de la contaminación por basura marina en el ecosistema de manglar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *REVMAR*, 11(2), 145-165. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6337/633766166003/html/>
- García, M. T. (2021). Bioindicadores marinos en el estudio medioambiental y transferencia a la cadena trófica de contaminantes químicos. *Tesis doctoral, Universidad de Granada*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10481/69878>
- Ge, D., Zhang, L., Long, Z., Chi, C., & Liu, H. (2020). A novel biomarker for marine environmental pollution: A metallothionein from Mytilus coruscus. *Aquaculture Reports*, 17, 100364. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100364>
- González, F., Salazar, M., Méndez, R., & Saravia, K. (2020). Determinación de la calidad microbiológica de mejillón (Mytella guyanensis: Mytilidae) en Puerto Palito, Isla de Chira en el Pacífico Costarricense. *Repertorio Científico*, 22(1), 50-59. doi:<https://doi.org/10.22458/rc.v22i1.2786>
- González, V., Valle, S., Nirchio, M., Olivero, J., Tejeda, L., Valdelamar, J., . . . González, K. (2017). Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huaylá, Puerto Bolívar, Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 75-82. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14995>
- Hernández, J. M., Lara, J. R., & Gaxiola, G. (2017). La acidificación del océano: situación en aguas mexicanas. *Elementos para Políticas Públicas*, 1(1), 35-42. Obtenido de www.lead.colmex.mx/pdfs/elementos-politicas-publicas-ene-abr-2017.pdf#page=37

- Hidalgo, A. P., Arévalo, O. R., & Carreño, H. N. (2020). Contaminación por Coliformes Totales y Escherichia Coli en Concha (Anadara Tuberculosa y Anadara Similis) en Jambelí, El Oro, Ecuador. *INVESTIGATIO*(14), 1-11. Obtenido de <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/399>
- Jurrius, I. M., & López, F. V. (2020). Monitoreo Comunitario y Participativo de los Manglares bajo Acuerdos de Uso y Custodia de Manglar en Ecuador. *INVESTIGATIO*(14), 27-37. doi:10.31095/investigatio.2020.14.3
- Lara, J., Arenas, V., Bazán, C., Díaz, V., Escobar, E., García, M., . . . Valdez, E. (2008). Los ecosistemas marinos. *Capital natural de México, 1*, 135-159. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/288533769_Los_ecosistemas_marinos
- Lavayen, K. J. (2021). El microplástico y la contaminación del mar. *Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20095>
- Lazo, C. (2013). Biología de la reproducción del mejillón mytilus galloprovincialis (Imk., 1819) y sus aplicaciones en acuicultura. *Tesis doctoral, Universidad de Cádiz*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=51455>
- Majluf, P. (2002). Los ecosistemas marinos y costeros. Obtenido de <http://repositoriociam.cl/handle/123456789/563?show=full&locale-attribute=en>
- Mamani, R. M. (2019). Sistema de depuración natural de Metales Pesados, Cadmio, Plomo y Mercurio; para el Choro (Aulacomya atra), en el puerto de Ilo. *Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9104>
- Martínez, R., & Villalobos, L. (2005). Escherichia coli enteropatógena en moluscos crudos y cocidos. *Revista Científica, 15*(2), 163-167. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95915211>
- Mira, J., & García, P. (2016). Vibrios de origen marino en patología humana. *Revista AquaTIC*(2). Obtenido de <http://revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/15>
- Moreira, J. E. (2020). Contaminación ambiental de los ríos bravo y muerto, y su incidencia en la salud de los habitantes de la parroquia Los Esteros, Cantón Manta. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 5*(2), 556-578.
- Moreno, J., Solano, F., & Mendivez, W. (2001). Distribución y abundancia de los recursos pesqueros en las zonas de manglar. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/268287368_DISTRIBUCION_Y_ABUNDANCIA_DE_LOS_RECURSOS_PESQUEROS_EN_LAS_ZONAS_DE_MANGLAR
- Muñiz, D. J., & Murillo, A. U. (2021). Determinación de los agentes económicos contaminantes en el sector La Chala del Estero Salado. *Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas.*, 33,34. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53480>

- Negrete, P., & Romero, J. (2010). Carga bacteriana en ostión (*crassostrea virginica*), desde su recolecta hasta su consumo. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*, 10(20), 75-102. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/es/revista/sociedades-rurales-produccion-y-medio-ambiente/articulo/carga-bacteriana-en-ostion-crassostrea-virginica-desde-su-recolecta-hasta-su-consumo>
- Ochoa, R. I. (1987). Aspectos de la biología del mejillón *Modiolus capax* (Conrad, 1837), en la Bahía de La Paz, BC Sur, México. *Tesis doctoral, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas*. Obtenido de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx>
- Ortega, D., Mendoza, M., Herrera, P., & Albán, M. (2020). Políticas de Conservación de Manglar en el Golfo de Guayaquil. *INVESTIGATIO*(14), 12-26. doi:10.31095/investigatio.2020.14.2
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. *Manglares de América*, 375-419. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/337424161_IMPACTOS_DE_LA_CONTAMINACION_SOBRE_LOS_MANGLARES_DE_ECUADOR
- Perrone, A., Cajiao, D., & Burgos, M. (2009). Turismo de naturaleza en la zona marino costera del Ecuador continental. *Conservación Internacional Ecuador, Ministerio del Ambiente del Ecuador, Ministerio de Turismo del Ecuador. Guayaquil, Ecuador*. Obtenido de http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/docs2011/oct/turismo_biodiv/Doc.3.Turismo_naturaleza_zona_marino_costera_Ecuador_continental.pdf.
- Peteiro, L., Filgueira, R., & Fernández, M. (2007). Anatomía funcional de moluscos bivalvos. Observatorio Español de Acuicultura. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/116192>
- Pucci, G., Acuña, A., Llanes, M., Tiedemann, M., & Pucci, O. (2009). Identificación de bacterias marinas cultivables de la ciudad costera Comodoro Rivadavia, Argentina. *Revista de biología marina y oceanografía*, 44(1), 49-58. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000100005>
- Rodiles, R., González, A. A., & González, A. F. (2013). Ecosistemas acuáticos. *Chiapas*, 73(834), 45-57. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/260752925_Ecosistemas_acuaticos
- Rodriguez, J., & Ruiz, J. (2010). Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones. *Ecosistemas*, 19(2), 5-23. Obtenido de <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/43>
- Rojo, E., & Montoto, T. (2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. Obtenido de <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/56275>

- Santana, M. D. (2020). Evaluación del riesgo de contaminación por Metales Pesados en sedimentos de manglar en Ecuador. *Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil*, 43. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51361>
- Sar, A., Martin, J. P., Fernández, R., & Caminos, C. (2018). Ciclo reproductivo y reclutamiento del mejillón *Mytilus edulis platensis* en Bahía San Julián (Santa Cruz, Argentina). *Informes Científicos Técnicos-UNPA*, 10(2), 33-51. doi:<https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v10i2.269>
- Sepúlveda, C. H. (2021). Bivalvos: importantes bio-monitores de metales pesados en lagunas costeras de Sinaloa. *Kuxulkab'*, 27(59). Obtenido de <https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/3877>
- Signorelli, J. H. (2020). Moluscos bivalvos en los inexplorados abismos suratlánticos. *CIENCIAHOY*, 25-30. Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/113133>
- Solá, M. A. (2016). Impacto económico de la pérdida de los servicios ambientales del manglar en Guayas. *Tesis de grado, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11508>
- Sorroza, L., Velasquez, P., Santacruz, R., Echeverría, E., Yáñez, M., & Solano, G. (2018). Disminución/Reducción de la carga bacteriana en la concha negra *Anadara tuberculosa* para consumo humano. *Revista ESPACIOS*, 39(45). Obtenido de <http://w.revistaespacios.com/a18v39n45/18394534.html>
- Stewart, B., Stuart, J., Boig, C., Sinfield, C., Kennington, K., Brand, A., . . . Kröger, R. (2021). Metal pollution as a potential threat to shell strength and survival in marine bivalves. *Science of the Total Environment*, 755, 143019. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143019>
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2007). *Introducción a la microbiología*. Ed. Médica Panamericana. Obtenido de https://www.academia.edu/8408931/Introducci%C3%B3n_a_la_Microbiolog%C3%ADa_a_EDICI%C3%93N
- UNESCO. (2017). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos. Aguas residuales: el recurso desaprovechado. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. París, Francia. 202. Obtenido de <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr>
- Vera, J. D. (2020). Cuantificación del carbono almacenado en el manglar del acuerdo de uso sustentable y custodia en Puerto Libertad, provincia del Guayas, Ecuador. *Tesis de grado, Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/48748>
- Yáñez, A., & Domínguez, A. L. (1999). Los manglares de América Latina en la encrucijada. *Ecosistemas de manglar en América Tropical*, 9-16. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Ana-Lara-23/publication/238791769_Los_Manglares_de_America_Latina_En_la_Encrucijada

jada/links/542d863a0cf27e39fa9437bc/Los-Manglares-de-America-Latina-En-la-Encrucijada.pdf

Zamora, N. (2021). Evaluación de la efectividad manejo de los acuerdos de uso sustentable y custodia del manglar en el cantón Muisne, provincia Esmeraldas. *Doctoral dissertation, Ecuador-PUCESE-Escuela de Gestión Ambiental*, 45. Obtenido de <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/2285>

Anexos



Imagen 1. Extracción de moluscos bivalvos



Imagen 2. Mejillones *M. edulis*



Imagen 3. Preparación de medios de cultivo



Imagen 4. Medios de cultivo



Imagen 5. Extracción de masa visceral de mejillón

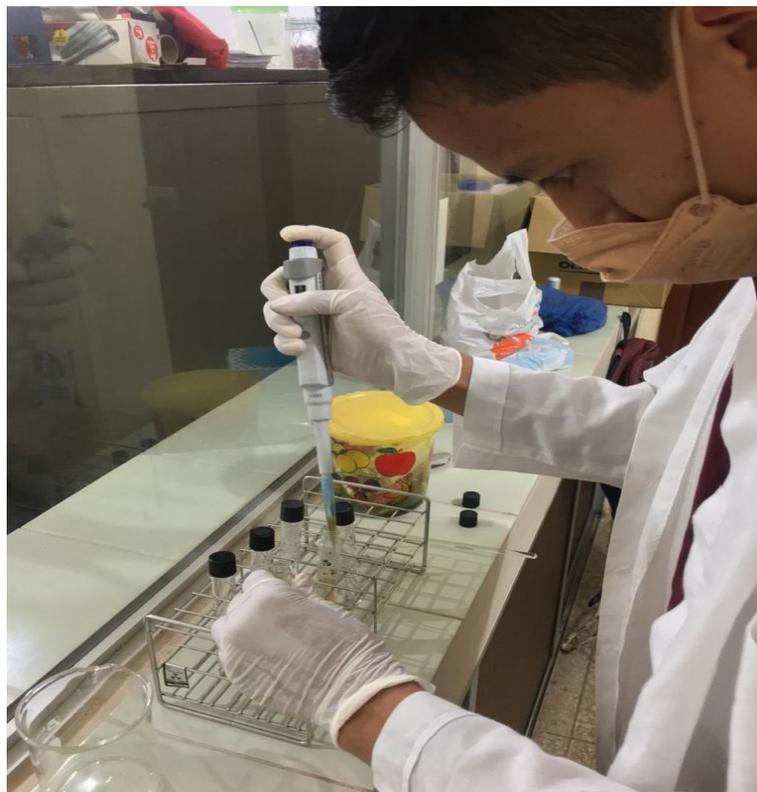


Imagen 6. Diluciones seriadas



Imagen 7. Plaqueo



Imagen 8. Siembra en placas

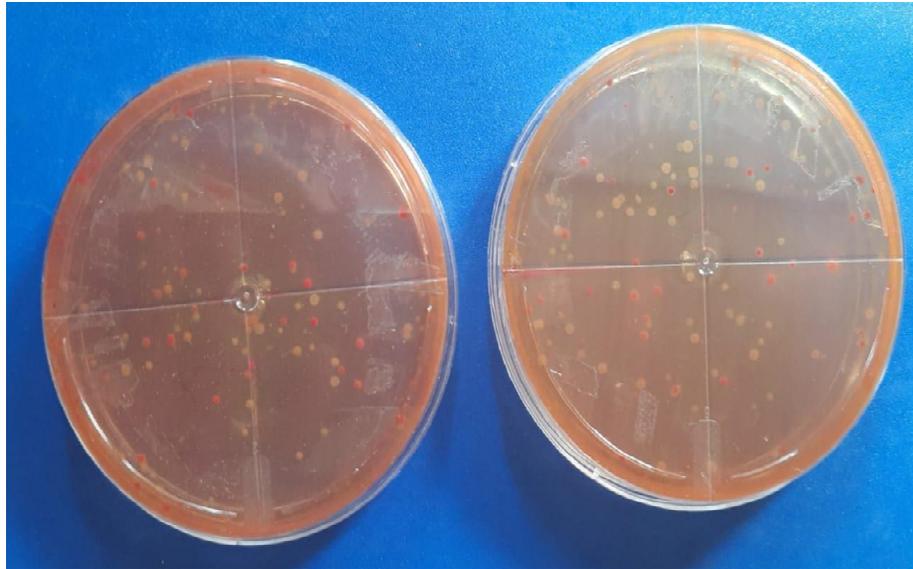


Imagen 9. Resultados de muestra *Shygella* sp y *Enterobacter* sp



Imagen 10. Resultados de muestra *Shygella* sp

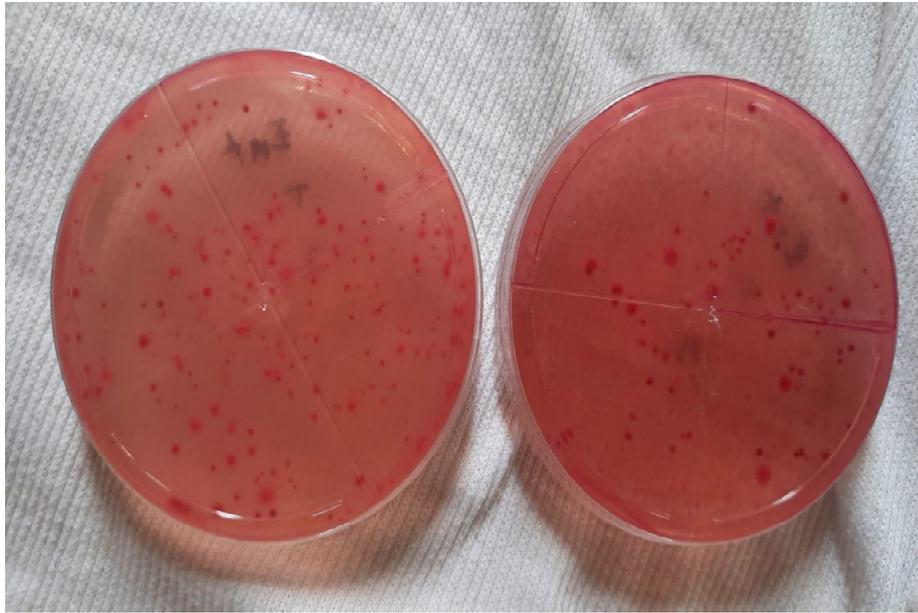


Imagen 11. Resultados de muestra *E. coli*

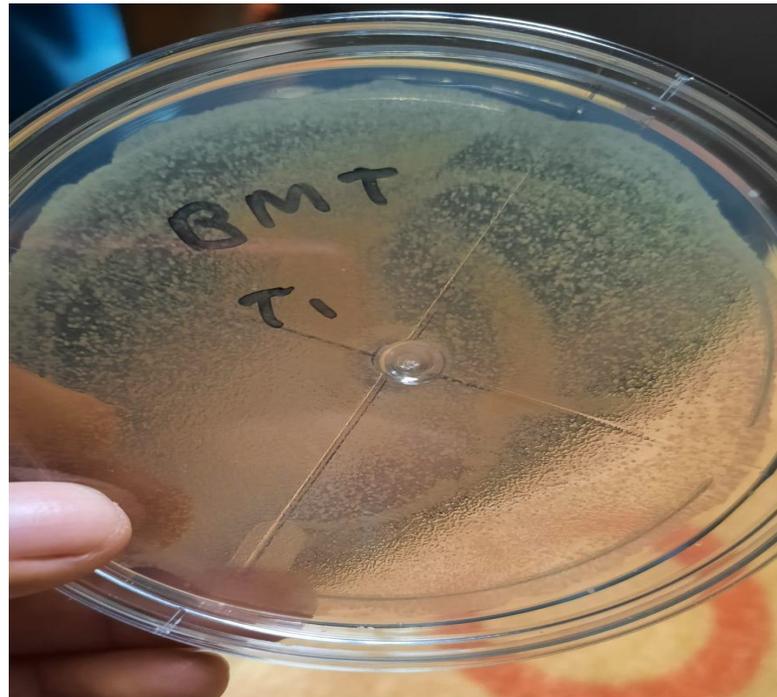


Imagen 12. Resultados de muestra BMH

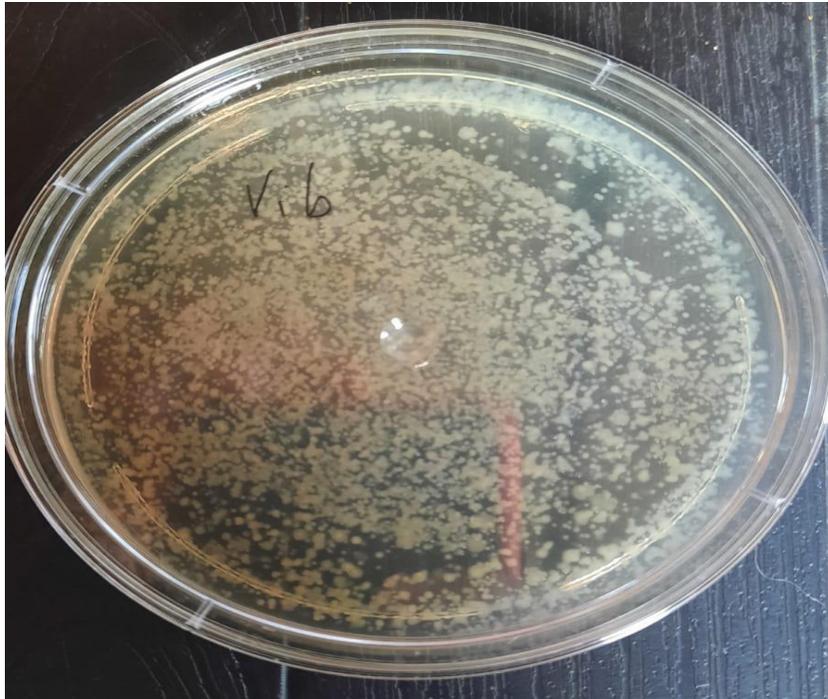


Imagen 13. Resultados de muestra *V. alginolyticus*